

тель энергетического совета СНГ, А.И. Янукович – генеральный директор Минского агропромэнерго, А.А. Пётух – директор Речицких РЭС, В.И. Баранов – директор СМУ-7, В.П. Кубарко – директор Глубокских РЭС, И.С. Буялич – директор СМУ-2 и многие другие.



Известные выпускники Агроэнергетического факультета.

*1 ряд: Н.Н. Анищик, В.В. Шатерник, И.В. Протосовицкий,
В.В. Сороко, Н.Н. Пискунов*

*2 ряд: А.А. Пётух, П.П. Степанцов, В.П. Кубарко, В.Н. Ворох,
В.И. Баранов, С.В. Латушкин, И.С. Буялич*

22-23 ноября 2007 года на базе УО БГАТУ прошла международная научно-техническая конференция «Перспективы и направления развития энергетики АПК», посвященная 50-летию Агроэнергетического факультета.

В работе конференции приняли участие около 100 специалистов, представляющих свыше 30 различных министерств и ведомств, учебных и научно-исследовательских организаций, известные ученые аграрной энергетики Беларуси, России и Украины.

В ходе конференции были рассмотрены вопросы перспектив и направлений развития энергетики, энергообеспечения, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, применения электротехнологий и электрооборудования, а также автоматизации технологических процессов в АПК.

В докладах выступающих были отражены теоретические и

практические достижения ученых Беларуси, России, Украины, Германии, США, Словении. Дан анализ состояния энергетики АПК и указаны перспективы ее развития.

УДК 631.51

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.10.2007

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРКА И ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИН

А.В. Ленский, канд. экон. наук, **Е.Г.Родов**, канд. техн. наук (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»); И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье анализируются недостатки, присущие имеющимся моделям оптимизации парка и формирования системы машин. Отмечается, что основные причины этих недостатков заключаются в том, что существующие методики и программы расчета не в полной мере адаптированы к современным условиям хозяйствования и возможностям вычислительной техники.

Даются рекомендации по совершенствованию методологии решения оптимизационных задач.

Введение

Машинно-тракторный парк (МТП) можно рассматривать как экономическую систему, нуждающуюся в непрерывном совершенствовании техниче-

ского состояния и режимов функционирования. Оптимизация экономической системы достигается путём выработки определенной стратегии, под которой в теории управления понимается упорядоченный набор правил, следуя которым выполняются действия,

обеспечивающие принятие решения, наилучшего из всех рассматриваемых. Применительно к механизации сельского хозяйства выработка такой стратегии предполагает расчленение всей системы на подсистемы со своими локальными критериями, согласующимися с глобальным критерием эффективности, установленным для системы в целом.

Основная часть

Любая оптимизация – это поиск наилучших решений при принятом критерии и заданных ограничениях. В общем случае оптимизация предполагает моделирование условий и характера протекания процесса. Важнейшие требования к модели – простота и наглядность, что обычно бывает труднодостижимым, особенно для сложных систем.

Модель оптимизации состава МТП должна иметь блочную конструкцию, каждый отдельный блок которой углубляет представление о системе. Упрощение такой модели может осуществляться путем исключения отдельных блоков, но при этом неизбежно теряется целостность восприятия сущности и характера функционирования системы. С другой стороны, существует достаточно много различных приемов, которые позволяют добиться той же цели, не только не огрубляя модель, но вводя в нее новые условия, ограничения, оценки и возможности информационного обеспечения, включая переход от нелинейных связей к линейным.

В силу масштабности, многовариантности и нестабильности исходных данных в ряду решаемых задач, оптимизация состава МТП для выполнения механизированных работ в сельском хозяйстве стоит особняком. Начиная с 1962 года, над ее решением еще успел поработать, уже в ранге лауреата Нобелевской премии, И.В. Канторович.

Интенсивное развитие вычислительной техники послужило в 70-х годах толчком к проведению исследований по улучшению моделей комплектования и использования МТП. Основным недостатком формализации моделей решения задачи являлось то, что, применяя разные критерии, получали совершенно различные варианты ответов, непозволяющие сформировать однозначное мнение о составе и использовании машинно-тракторного парка. Так, при применении критерия «минимум затрат труда» парк будет состоять из наиболее производительной техники, при минимизации эксплуатационных затрат основу парка будут составлять наиболее универсальные машины с максимальной годовой загрузкой, при минимизации удельных энергозатрат – агрегаты на базе тракторов малой мощности. В качестве примера можно привести модель и алгоритм, разработанные профессором Р.Ш. Хабатовым.

В конце 70-х годов К.И. Жукевичем была сделана попытка проанализировать состав МТП одних и тех же хозяйств, рассчитанный по различным критериям оптимизации. Расчет велся по методикам, получившим к тому времени наибольшее распространение

(ВИМ, УкрНИИМЭСХ, СибИМЭ, НИЭМП при Госплане БССР и др.). Состав парка, как и ожидалось, получился весьма различным.

Первые попытки перейти к решению многокритериальных задач были предприняты А.Ю. Ольмом. Основная сложность при этом заключалась в оценке относительной предпочтительности критериев и определении условий возможного компромисса. Последнее зачастую становилось более серьезной проблемой, чем решение однокритериальной задачи. Отказ же от строгого оптимума приводил к субъективной оценке весовости частных критериев. Поэтому большинство исследователей останавливалось на использовании критерия «минимум приведенных затрат» (Э.А. Финн, В.В. Шкурба и др.), который комплексно оценивает эксплуатационные затраты при производстве сельскохозяйственной продукции и инвестиции в машинно-тракторный парк. Основным его недостатком заключается в условности определения нормативного коэффициента окупаемости капиталовложений.

В дальнейшем широкое распространение получили методики оптимального доукомплектования машинно-тракторного парка, а также модели его рационального использования по критериям производительности, расхода топлива и эксплуатационных затрат. По сути, именно доукомплектование парка машин придает задаче оптимизации экономическое содержание. Оптимальный состав парка мог бы быть реализован в том случае, если бы техникой оснащалось создаваемое хозяйство. Во всех остальных случаях речь должна идти о доукомплектовании МТП. При этом задачи, подлежащие решению, – это определение потребности в инвестициях для приобретения недостающей техники, затрат на поддержание ее работоспособности, оценка окупаемости капиталовложений.

В последние 15-20 лет исследования по оптимизации МТП, практически, не проводятся, а имеющиеся методики не адаптированы ни к современным условиям хозяйствования, ни к возможностям вычислительной техники. Здесь следует отметить некоторый парадокс, присущий поведению людей в поисках ответов на интересующие их научные проблемы. Пик работ по оптимизации состава МТП приходился на годы, когда возможности решения соответствующих задач были минимальны. Сегодня возможности многократно возросли, а работы свернуты. Опала потребность в решении этих задач? Вряд ли. Историки науки когда-нибудь ответят, почему так происходит, но факт остается фактом: чем меньше возможностей решить проблему, тем почему-то больше желающих ею заниматься.

В свое время Ф.Бэкон сравнивал методику с «фонарем, освещающим путь к цели». Сегодня эти фонари не только расположены редко, но и светят тускло. Необходима разработка новой методологии оптимизации, которая, если развивать мысль философа, должна служить обоснованием схемы расположения «методических фонарей».

Методология оптимизации МТП должна базироваться на использовании ранее разработанных методик, опыте производственной и технической эксплуатации машин. Она предполагает проведение исследований по двум основным направлениям: комплектование агрегатов и оптимизация состава парка машин (рис. 1).

Первый этап начинается с типизации условий эксплуатации сельскохозяйственной техники. Нами эта работа выполнена на основе материалов паспортизации полей республики [1]. В результате предложена методика определения требуемых типоразмерных рядов машин и их производительности, дифференцированных по условиям эксплуатации.

Во всех предлагаемых методиках оптимизации расчет состава МТП проводится на основе установленных нормативов производительности различных агрегатов. В настоящее время, вследствие большой номенклатуры применяемых технических средств, зачастую отсутствуют достоверные сведения о производительности МТА. Поэтому предлагается определять производительность машинно-тракторных агрегатов на основе уравнений тягового и мощностного балансов трактора. Такие расчеты требуют решения дополнительных задач, важнейшей из которых является построение теоретической потенциальной

характеристики трактора по материалам испытаний отечественных и импортных тракторов на различных агрофонах. Исходя из примерно одинакового технологического уровня машин, в качестве начальной можно принять гипотезу о наличии достаточно тесной корреляционной связи между тяговым усилием, массой и мощностью тракторов. Подтверждение гипотезы позволит построить универсальную характеристику, которая, с достаточной для практических расчетов точностью, будет характеризовать любое энергосредство. Это тем более важно, что существует множество вариантов комплектования МТА, в том числе из новой техники, которую в ином случае было бы невозможно учитывать при обосновании перспективных вариантов механизации.

Весьма важным отличием предлагаемой нами методики решения задачи доукомплектования парка является также то, что агрегаты составляются не из обезличенных машин. Это означает, что в базе данных могут присутствовать несколько одинаковых МТА, различающихся лишь сроком и показателями эксплуатации техники, что позволяет учитывать изменение затрат на ремонт, амортизацию, уровень расхода топлива и сменную производительность, обусловленные сроком службы машин.

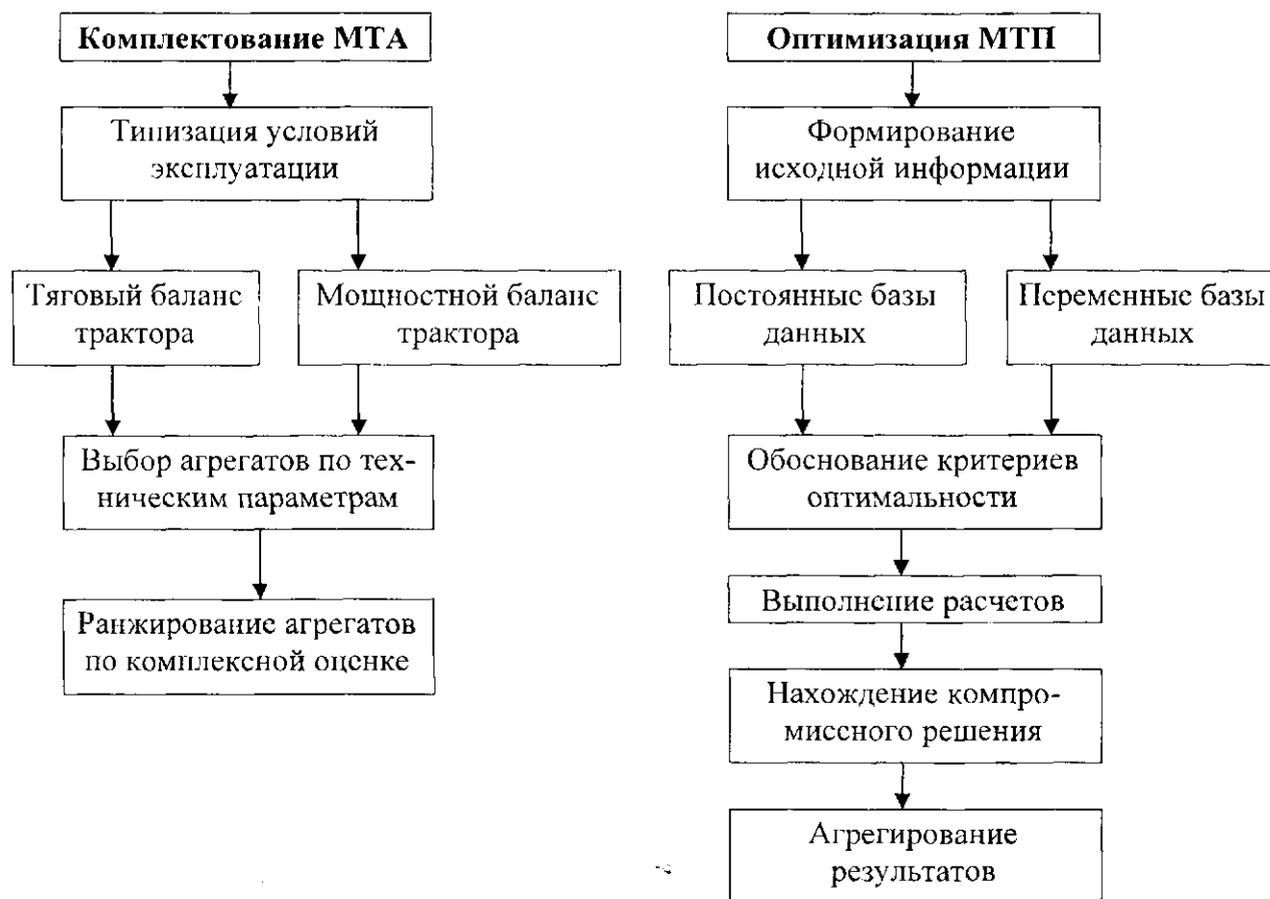


Рисунок 1. Схема оптимизации МТП по комплексному критерию.

Оценка комплектованных агрегатов проводится по техническим и технологическим критериям. При этом из общей базы данных должны быть удалены МТА, не удовлетворяющие требованиям агротехники, а также загрузки двигателя с учетом установленных минимальных значений тягового КПД.

На последнем этапе проводится комплексная оценка МТА для выявления лучших из них при выполнении работ в заданных условиях эксплуатации. Нами выделены 4 группы факторов (агротехнические, эксплуатационные, ресурсные и экологические), каждая из которых характеризуется набором соответствующих показателей.

Коэффициенты весомости факторов определяются на основе имеющихся нормативов или принимаются по фактическим значениям показателей. Смысл определения коэффициентов весомости ресурсных факторов, например, заключается в расчете соотношения требуемых и имеющихся в наличии ресурсов. Оценка по другим группам факторов должна учитывать степень прогресса, достигнутого в производстве сельскохозяйственной техники и ее использовании. При этом в качестве эталона по каждому показателю принимается значение, соответствующее лучшему мировому или отечественному уровню (в зависимости от цели решаемой задачи).

Численные значения факторов, имеющие различную размерность и диапазон изменения, предлагается преобразовывать в безразмерные величины, используя методику, разработанную нами ранее [2]. В соответствии с ней, каждый фактор оценивается по 5-балльной шкале, по которой все однотипные МТА получают безразмерные оценочные показатели. В основе выбора 5-балльной шкалы лежит привычная психологическая оценка (5 – отлично, 4 – хорошо и т.д.).

Важным моментом комплексной оценки по группам факторов является способ определения среднего значения. До настоящего времени выбор из семейства средних еще не обоснован убедительными аргументами. Большинство исследователей приходят к мнению, что решение в каждом конкретном случае может быть найдено только эмпирическим путем [3]. Учитывая это и многолетний опыт решения задач, пришли к выводу, что надо учитывать различные степенные средние с показателями степени $m = -1, 0, 1, \dots, n$ [4]. Это позволит охватить все семейство средневзвешенных величин, включая среднее гармоническое, среднее геометрическое, среднее арифметическое и др. Для окончательного же расчета необходимо принять ту из них, которая обеспечит наименьшее значение дисперсии фактора.

Ответственный этап оптимизации МТП – формирование исходной информации, которая подразделяется на постоянные и переменные базы данных. Первые содержат в себе сведения о технических и ценовых характеристиках тракторов и сельскохозяйственных машин, перспективные технологические карты возделывания культур, характеристики усло-

вий эксплуатации машин. Переменные базы включают сведения о способах определения расчетных показателей эксплуатации МТА (производительность, расход топлива, производственные затраты и др.). Нами выполнен значительный объем работ по формированию исходных массивов информации и разработке способов пользования базами данных.

В качестве наиболее приемлемых критериев оптимальности нами выделено 7 целевых функций, минимизирующих эксплуатационные затраты, расход топлива, совокупные энергозатраты, количество энергомаши, величину капиталовложений, количество работников и затраты труда.

Важнейшим отличием предлагаемых моделей является «уход» от нормативных показателей годовой загрузки и затрат на техническое обслуживание и ремонт машин. Годовые загрузки являются переменными величинами и будут определяться в процессе решения задачи. Затраты на техническую эксплуатацию машин получены нами в результате статистической обработки фактических материалов об отказах и стоимости их устранения в хозяйствах республики.

Предлагаемые ранее модели оптимизации МТП отличались некоторым субъективизмом, поскольку сам разработчик определял, какие агрегаты будут внесены в исходные базы данных. Это приводило к тому, что заранее ограничивался и объем исходной информации, учитываемой при вычислении значений целевой функции. В основе такого подхода лежали, в первую очередь, возможности вычислительной техники, поскольку при расширении исходных баз данных размер задачи возрастал многократно.

В связи с увеличением быстродействия ЭВМ появилась возможность перейти к новому алгоритму формирования целевой функции. Она будет соответствовать некоторому (не обусловленному заранее) множеству агрегатов, включаемых в вычислительный цикл в автоматическом режиме.

Выбор вариантов технического оснащения для каждой технологической операции производят с учетом комплексного критерия. Если его значение одинаково для нескольких машин, решение принимается, исходя из величины дисперсии факторных оценок: предпочтение отдается той, у которой дисперсия меньше [5].

Оптимизационная задача имеет следующую систему ограничений: по объему выполняемых работ (на операции он должен быть меньше, либо равен сумме наработок всех участвующих в ней МТА); по количеству механизаторов (количество ежедневно используемых тракторов меньше числа механизаторов); по организации работы техники (каждый трактор задействован в день не более чем на одной операции); по занятости МТА (его загрузка на операции должна составлять не менее 30% объема работы).

Предполагается, что расчет будет выполняться по каждой из принятых целевых функций, то есть будет получен набор решений из семи однокритери-

альных задач. Выбор окончательного варианта состава парка машин должен быть сделан по главному экономическому критерию, которым в рыночных условиях при объективном ценообразовании является прибыль, учитывающая фактическое соотношение затрат и результатов в денежном выражении. Однако это потребует более детальной проработки и проведения дополнительных исследований.

Большое влияние на формирование оптимального состава МТП хозяйств и системы машин регионов оказывают состояние и организация технического сервиса. Речь, в первую очередь, идет о потребности машин в ремонтно-обслуживающих воздействиях и их стоимости.

Хорошо известно, что по своим удельным эксплуатационно-экономическим показателям отдельные технические средства могут значительно отличаться. Если не учитывать различие стоимости их сервиса, показатели соотношения затрат и результатов могут существенно измениться. Дилемма заключается в том, что надежные и долговечные машины требуют больших капиталовложений, а дешевые зачастую весьма дорого обходятся в эксплуатации. Выбор правильной стратегии механизации в этих условиях не всегда очевиден. Если учесть состояние ремонтно-обслуживающей базы, оснащение многих хозяйств республики надежными и долговечными (естественно дорогими) машинами, то на современном этапе это может стать предпочтительным.

Завершающим этапом оптимизации парка является агрегирование полученных результатов для определения перспективной системы машин с учетом конкретных природно-производственных условий.

Реализация комплекса моделей и программ позволит определить:

- оптимальную структуру парка машин для хозяйств;
- рациональные сроки проведения механизированных работ;
- целесообразность закупки техники для доукомплектования парка;
- оптимальную загрузку машин;
- целесообразность использования услуг мехотрядов;
- нормативы для планирования механизированных работ по периодам года (наработка, расход горючего);
- уровень затрат на ремонт и техническое обслуживание;
- план проведения ремонтно-обслуживающих воздействий.

С учетом изложенного, общую схему формирования системы машин для региона можно представить в следующем виде (рис. 2).

Выводы

1. Машинно-тракторный парк является сложной экономической системой, работоспособное состояние

которой требует оптимальной стратегии поддержания режимов функционирования. Выработка такой стратегии предполагает расчленение всей системы на подсистемы со своими локальными критериями, согласующимися с общим критерием, установленным для системы в целом.

2. Основными недостатками существующих моделей оптимизационных задач являются недостаточная отработанность методик получения оценочных показателей и субъективизм применяемых при решении исходных данных, неоднозначность получаемых результатов, сложность нахождения компромиссного решения.

3. Основные усилия ученых на протяжении многих лет были направлены на разработку моделей оптимизации состава парка требуемых машин. В то же время экономическое содержание, отвечающее выбору наилучшего варианта механизации технологических процессов, придает решение задачи оптимального доукомплектования МТП, поскольку речь идет о техническом оснащении не новых, а существующих хозяйств с имеющимся (иногда достаточным) набором средств механизации. Это совершенно меняет объективно обусловленные оценки полученного состава парка, особенно в условиях неразвитости вторичного рынка машин.

4. Предложен методологический подход к решению задач по оптимизации парка машин, который учитывает недостатки ранее разработанных моделей:

4.1. При комплектовании парка учитываются имеющиеся в наличии технические средства, что значительно более точно отражает затраты, обусловленные сроком службы машин;

4.2. Предложены методики определения недостающих для решения оптимизационных задач показателей работы МТА. Наличие таковых по новым техническим средствам позволяет включать их в расчет при обосновании перспективных вариантов механизации;

4.3. Уточнена методика комплексной оценки машин и технологий, что позволяет более объективно характеризовать их с помощью обобщенного показателя затрат денежных средств и материально-энергетических ресурсов;

4.4. Эффективность применения включаемых в состав парка технических средств предложено оценивать с учетом затрат на технический сервис, обусловленных потребностью машин в ремонтно-обслуживающих воздействиях. С учетом этого приоритет может быть отдан не дешевым машинам, которые зачастую весьма дорого обходятся в эксплуатации, а надежным и долговечным, но требующим больших капиталовложений.

4.5. Выбор окончательного варианта состава МТП предложено производить, оценивая полученные решения однокритериальных задач по соотношению соответствующих каждой из них затрат и результатов в денежном выражении, т.е. по максимуму потенциальной прибыли.

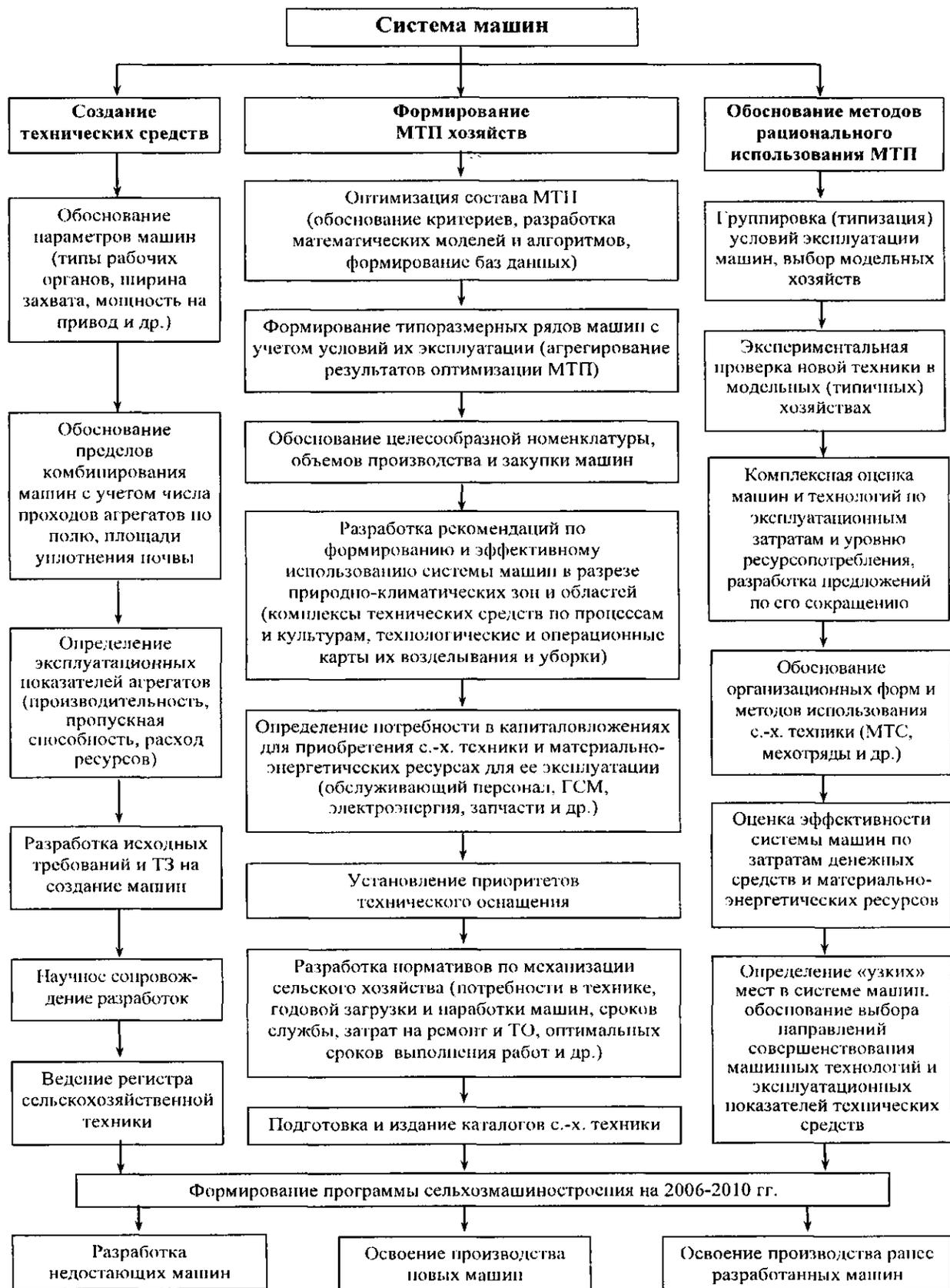


Рисунок 2. Методическая схема формирования системы машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ленский, А.В. Типизация условий эксплуатации – основа формирования рационального парка машин для растениеводства/ А.В. Ленский, Е.Г. Родов, П.М. Шмарловский //Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, № 2, 2007. – С. 88-95.
2. Шило, И.Н. Обобщенный показатель для комплексной оценки машин и технологий. – В сб.: Интенсификация сельскохозяйственного производства и формирование системы машин / И.Н. Шило,

Е.Г. Родов. – Минск: НПО «Белсельхозмеханизация», 1989. – С. 49-53.

3. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии)/ Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1982. – 256 с.

4. Цымбаленко, Т.Т. Методы математической статистики в обработке экономической информации / Т.Т. Цымбаленко. – М.: Финансы и статистика, 2007. – С.26.

5. Шило, И.Н. Оптимизация стратегии технического оснащения с.-х. производства в условиях различных форм хозяйствования: автореф.... дис. докт. техн. наук/ И.Н. Шило; БИМСХ. – Минск, 1993. – 36 с.

УДК. 631.356.02

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 23.11.2007

КОМБИНИРОВАННЫЕ АГРЕГАТЫ ДЛЯ МЕЛКОТОВАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**А. Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент, М. А. Прищепов, докт. техн. наук, доцент,
И.А. Барановский, студент (УО БГАТУ)**

Аннотация

В статье рассмотрены схемы комбинированных агрегатов для мелкотоварного производства, осуществляющих ленточный высев семян с одновременным внесением основной и стартовой доз удобрений на различной глубине.

Введение

В Республике Беларусь, наряду с сельскохозяйственными предприятиями, определенный вклад в производство отдельных видов сельскохозяйственной продукции вносят крестьянские и личные подсобные хозяйства, особенно по производству картофеля, овощей, молока, яиц и мяса.

В крестьянском хозяйстве желательно объединять: обработку почвы и внесение удобрений; вспашку с дополнительной обработкой - прикатыванием, дроблением комков, рыхлением и выравниванием верхнего слоя; операции по предпосевной обработке зяби под яровые культуры - культивацию, боронование, прикатывание; предпосевную обработку почвы с посевом и внесением удобрений в рядках.

В большинстве случаев совмещение технологических операций повышает качество подготовки почвы и сокращает сроки проведения работ, и число проходов агрегатов по полю, уменьшает вредное воздействие их ходовых устройств на почву. Снижается также общая энергоемкость механизированных работ, растет производительность труда, уменьшаются расход топлива и затраты.

Дальнейшее повышение эффективности мелкотоварного производства возможно при создании комбинированных агрегатов, совмещающих несколько операций.

Агрегаты, состоящие из самоходного шасси, и машины обладают рядом преимуществ: расположение машины в поле зрения тракториста и, как следствие, более высокая точность вождения; более комфортные условия работы тракториста; рациональное распределение веса агрегата, обеспечивающее высокие тягово-сцепные свойства и экологическую совместимость ходовых колес с почвой, сокращение энергоемкости в 1,5-2 раза; снижение трудозатрат на обслуживание в 2 раза за счет высвобождения машиниста; повышение экологической чистоты за счет снижения уплотнения почвы колесами.

Однако этим агрегатам присущи и некоторые недостатки: невозможно агрегатировать шлейф машин к тракторам класса 0,6 - 0,9 т, поскольку машины монтируются на отверстиях лонжеронов, а не на традиционной навесной системе; высокая трудоемкость монтажно-демонтажных работ.

Основная часть

Нами предлагаются схемы комбинированных агрегатов для мелкотоварного производства с комбинированными сошниками, совмещающими несколько операций [1].

Комбинированный агрегат для текущего ухода за пастбищами (рис. 1) позволяет совместить подкашивание несъеденных животными остатков травостоя, подсев трав, внесение удобрений, аэрацию