**Трушкин, Владимир Александрович. Обоснование параметров многофункционального электропривода универсального электрифицированного агрегата для приусадебных и фермерских хозяйств : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.02.- Саратов, 1999.- 150 с.: ил. РГБ ОД, 61 00-5/1477-8**

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ВАВИЛОВА



**ТРУШКИН Владими зрович**

На правах рукописи

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО АГРЕГАТА *ДЛЯ* ПРИУСАДЕБНЫХ И ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Специальность 05.20.02. - электрификация сельскохозяйственного

производства

ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель доктор технических наук, профессор

Ерошенко Г.П.

САРАТОВ 1999

[Введение 5](#bookmark0)

**Содержание**

1. [Постановка задач исследования 7](#bookmark1)
   1. [Краткий обзор машин и агрегатов для приусадебных и фермерских хозяйств 7](#bookmark2)
      1. [Потребность в мобильных средствах малой механизации (ССМ) 7](#bookmark3)
      2. [Мотоблоки и тракторы малой и средней мощности 10](#bookmark4)
      3. [Мелкосерийные средства малой механизации 14](#bookmark5)
      4. [Зарубежные средства малой механизации (СММ) 16](#bookmark6)
      5. [Электрифицированные мобильные средства малой механизации 18](#bookmark7)
   2. Способы построения электроприводов средств

[электромеханизации 21](#bookmark9)

1.3 Анализ методов расчета и выбора мощности

электродвигателя при различных режимах работы 25

1. [Типовые режимы работы электроприводов 25](#bookmark11)
2. [Традиционные методы выбора электродвигателей 30](#bookmark12)
3. [Анализ аварийных режимов и устройств защиты электроприводов 36](#bookmark16)
4. [Способы питания мобильных электрифицированных агрегатов 39](#bookmark17)

[1.6. Цели и задачи исследований 41](#bookmark18)

з

1. Теоретическое обоснование параметров

многофункционального электропривода 43

* 1. [Методика исследования 43](#bookmark20)
  2. Технологические основы применения универсального

электрифицированного агрегата 45

* 1. [Выделение объекта исследования 52](#bookmark23)
  2. Определение параметров УЭА по критерию

производительности 57

* 1. Выбор мощности многофункционального

электропривода 61

2.5.1 Анализ эксплуатационных характеристик 61

1. [Оптимизация мощности МФЭ 66](#bookmark39)
2. [Оптимальные интервалы нагрузки электродвигателей для МФЭ 68](#bookmark41)
3. Учет неопределенностей при выборе мощности

электродвигателя 73

* 1. [Обоснование схемы управления и защиты МФЭ 77](#bookmark43)
  2. [Обоснование параметров кабельной сети 84](#bookmark44)

Выводы 89

1. [Экспериментальные исследования 91](#bookmark50)
   1. [Методика и программа проведения эксперимента 91](#bookmark51)
   2. [Описание экспериментальной установки 93](#bookmark52)
      1. Описание многофункционального электропривода

(МФЭ) 93

* + 1. [Рабочие органы УЭА 99](#bookmark56)
    2. [Описание схемы питания УЭА 104](#bookmark57)
    3. [Инструкция по эксплуатации универсального электрифицированного агрегата (УЭА-1,5) 105](#bookmark58)
    4. [Краткое описание измерительного комплекса 109](#bookmark60)
  1. [Лабораторные испытания УЭА 112](#bookmark62)
  2. [Результаты производственных испытаний 115](#bookmark63)
     1. [Анализ нагрузочных диаграмм 115](#bookmark64)
     2. [Расчет реальной производительности УЭА 120](#bookmark66)

[Выводы 125](#bookmark68)

[4. Экономическая эффективность применения УЭА - 1,5 126](#bookmark69)

[Общие выводы 133](#bookmark73)

[Список литературы 135](#bookmark74)

Приложения 145

**Введение**

В приусадебных и фермерских хозяйствах, а также на дачных участках производится значительный объем сельскохозяйственной продукции, достигающей 30% от общефедерального объема. Переход к рыночным отношениям и сложная экономическая обстановка стимулируют расширение производства не только для личного потребления, но и для реализации в торговле.

Однако такое производство всегда было особенно трудоемким. Доля ручного труда доходит до 90%.

Для того, чтобы добиться высокой рентабельности и облегчить труд в подсобных и фермерских хозяйствах, разработаны средства малой механизации. Они позволят повысить производительность труда в 10-20 раз, а затраты труда сократить в 3-5 раза. Но реальная обеспеченность такой техникой не превышает 15%.

За последние годы получили широкий спрос электрифицированные машины для механизации работ в полеводстве и подсобном хозяйстве. В них электрификация идет по пути применения одиночных электроприводов. Если применять такой подход, то в каждом личном хозяйстве должно быть около 30 электроприводов, что потребует громадных инвестиций. Возникает научная задача разработки многофункциональных приводов, в которых один электродвигатель обслуживает до 10 рабочих машин и органов. Этот путь дает существенные преимущества, но требует решения некоторых научных задач.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности использования малогабаритной техники для фермерских и приусадебных хозяйств за счет разработки и обоснования параметров многофункционального электропривода (МФЭ) универсального электрифицированного агрегата (УЭА).

Для достижения поставленной цели были решены следующие основные научные, задачи, результаты которых выносятся на защиту:

1. На основе анализа годового графика нагрузок индивидуального и многофункционального электроприводов, для типового подсобного хозяйства, выведено аналитическое описание годового графика нагрузки МФЭ.
2. Разработана функция цели, учитывающая переменный характер годового графика использования МФЭ и выполнен анализ эксплуатационных характеристик.
3. Выявлены закономерности формирования оптимальных интервалов нагрузок электродвигателей для МФЭ.
4. Выявлены зависимости влияния неопределенных факторов годовой занятости и нагрузки МФЭ на выбор мощности электродвигателя.

Научная новизна состоит в : аналитическом описании обобщенного годового графика нагрузок МФЭ; установлении закономерностей формирования оптимальных интервалов нагрузок двигателей для МФЭ ; учете влияния неопределенных факторов на выбор мощности электродвигателя для МФЭ.

Практическая значимость результатов исследования подтверждена актом внедрения. Определена методика комплектования УЭА.

На тему диссертации опубликовано 4 работы.

Настоящая работа выполнена на кафедре «Электрические машины и электроснабжение сельского хозяйства» Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. Производственные эксперименты по внедрению результатов исследований выполнены в фермерском хозяйстве «Октябрь» Уметского района, Тамбовской области.

Большую организационно-методическую помощь при написании диссертационной работы оказал коллектив кафедры «Электрические машины и электроснабжение с.х.», которому автор выражает глубокую благодарность. Особая благодарность заведующему кафедрой, научному руководителю, д. т. н., профессору Г.П. Ерошенко.

**Общие выводы**

1. Анализ состояния электромеханизации фермерских и приусадебных хозяйств показал, что электрификацию технологических процессов в таких хозяйствах целесообразно расширять за счет создания и внедрения универсальных электрифицированных агрегатов (УЭА) с многофункциональным электроприводом. Это направление позволяет снизить потребность в электродвигателях в 8-10 раз и сократить затраты на электрификацию в личных и фермерских хозяйствах в 3-5 раза.
2. Выполнены исследования суточных и годовых графиков нагрузок индивидуального и многофункционального электроприводов для типового подсобного хозяйства. Предложено аналитическое описание годового графика нагрузки МФЭ.
3. Установлена зависимость между производительностью УЭА и мощностью УЭА по критерию наибольшей дневной выработки с учетом утомляемости оператора. Для рассмотренных условий электропривод должен иметь мощность от 1,5 до 4,0 кВт.
4. Разработана функция цели, по критерию наименьших удельных затрат, учитывающая переменный характер годового графика использования МФЭ, и выполнен анализ эксплуатационных характеристик. Неравномерный график увеличивает удельные эксплуатационные затраты от 10 до 20% и сдвигает оптимальную нагрузку двигателя в сторону большей мощности (на 20-30%), по сравнению с равномерным графиком или с индивидуальным электроприводом.
5. Изучены закономерности формирования оптимальных интервалов нагрузок двигателей для МФЭ. Установлены количественные связи между интервалами и всеми факторами влияющими на работу УЭА, дающие основу выбора электродвигателя по мощности для МФЭ.
6. Учет неопределенных факторов годовой занятости и нагрузки МФЭ выявил необходимость повышения средней нагрузки электродвигателя на 15-20% против номинальной мощности для снижения удельных эксплуатационных затрат на электроэнергию.
7. Разработана схема питания и обоснованы требования к пуско­защитной аппаратуре УЭА. Во всех вариантах комплектования УЭА предусмотрено ЗОУП по току утечки и комплексная защита электродвигателя. Разработаны варианты построения кабельной сети. Установлена связь между параметрами кабельной сети и размерами обрабатываемого участка.
8. Результаты теоретического исследования проверены экспериментально в лабораторных и производственных условиях. Полученные данные подтвердили совпадение расчетных и опытных показателей.
9. Годовой экономический эффект от применения УЭА-1,5 составляет 1516,7 руб., разовые капиталовложения окупятся за 2-2,5 года.

**Список литературы**

1. Андреев В.П., Сабинин И.А. Основы электропривода - М.: Госэнергоиздат, 1963.
2. Артемюк Б.Т. Асинхронные двигатели при периодической нагрузке.
3. Асинхронные двигатели общего назначения / Бойко Е.П. и др. — М.: Энергия, 1980.
4. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник / А.Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская. — М.: Энергоиздат, 1982.
5. Басов А. М. и др. Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом в сельском хозяйстве.- М.: Колос,

1972.

1. Брандман С. Э., Федоров В. И. Товары для личных подсобных хозяйств: Справ./Спецред. В. Г. Шунтова. — М.: Экономика, 1989. -207с.
2. Будзко И.А., Захарин А.Г., Эбин А.Е., Левин М.С. Теоретические основы электроснабжения в сельском хозяйстве — М.: Колос, 1964. -344с.
3. Будзко И.А., Левин М.С. Электроснабжение с.х. предприятий и населенных пунктов. — М.: Агропромиздат, 1985. - 320с.
4. Будзко И.А., Славин P.M. Экономические основы

электрификации животноводства. //Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1980 - №1.

Ю.Ванурин В.Н. Совершенствование электропривода сельскохозяйственных машин //Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1981 - №3,- С . 29-33.

1. Васильев М. Мотоблок «Сибиряк» //Моделист-конструктор. -
2. №2. С-4-5.
3. Веденякин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. — М.: Колос, 1967.

* 160с.

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей. — М.: Наука,
2. - 366с.
3. Вишневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе.

* М.: Энергия, 1967.

1. Выбор электродвигателей в зависимости от условий окружающей среды: РТМ 105/23/46/16-01-158-81 - М.: ОНТП ВНИИКОМЖ, 1979. -27с.
2. Гагарин Н. Одноколесный крот. // Моделист-Конструктор. - 1988,-№9, С6-7.
3. Гайдукевич В.Н., Титов B.C. Случайные нагрузки силовых электроприводов. —М.: Энергопромиздат, 1983.
4. Гайдукевич В.И. Марченко О.С., Курица Б.И. Исследование процесса нагружения почвообрабатывающего фрезерного агрегата. / Труды МАДИ. в. 135. М.: изд-во МАДИ, 1977. -127с.
5. ГОСТ 17154 - 71 Машины электрические вращающиеся. Характеристики, расчетные параметры и режимы работы. Термины и определения. — М.: издательство стандартов, 1982. - 24 с.
6. Грицикус А.Н. Защита асинхронного электропривода с резкопеременной нагрузкой в сельскохозяйственном производстве. Автореф. дис... канд. техн. наук. — Елгава, 1987. -20с.
7. Грундулис А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1982. - 104с.
8. Грундулис А.О. Фазовые методы защиты электродвигателей. //Техника в сельском хозяйстве. - 1969, №9.
9. Данилов В.Н. Надежность системы «Электродвигатель - аппарат защиты» от аварийных режимов. // Техника в сельском хозяйстве. - 1988 - №6.
10. Дорохов Б.В. Обоснование режимов работы асинхронных двигателей частотно-регулируемых электроприводов рабочих машин в животноводстве и кормопроизводстве. Автореф. дис... канд. техн. наук. — Челябинск, 1989. -24с.
11. Дружинин Г.В. Процессы технологического обслуживания автоматизированных систем. — М.: Энергия, 1973.
12. Джанибеков К.А. Многоскоростной электропривод подачи отделителя стационарного выгрузчика кормов из траншейных хранилищ. — Автореф. дис... канд. техн. наук. — Зерноград, 1987.
13. Евсюков Т.П. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП,- М.: Агропромиздат, 1985 - 143с.
14. Егоров В., Назарян Е. Справочник по садоводству. — М.: Издательство ВЦСПС, 1960.
15. Ельховский П.Е., Нанькин В.В. Выбор электродвигателей для с.х. машин //Техника в сельском хозяйстве. - 1980. - №2. - С30-

31.

1. Ермолин Н.П. Электрические машины малой мощности. — М.: Высшая школа, 1962. - 490с.
2. Ерошенко Г.П., Данилов В.М. Методические основы выбора и разработки аппаратов защиты электродвигателей. //Техника в сельском хозяйстве. - 1993 - №1.
3. Ерошенко Г.П. Использование электрооборудования в сельском хозяйстве. — Саратов: издательство СХИ, 1979.
4. Ерошенко Г.П., Костюк В.Н., Курбатова Г.С. Выбор мощности электродвигателей для привода рабочих механизмов с учетом их особенностей. — Электротехническая промышленность, 1982, вып. 1 (99).
5. Ерошенко Г.П. Условия эффективного применения устройств защиты электродвигателей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1983 -№1.
6. Ерошенко Г.П. Эксплуатационные свойства

электрооборудования. —Саратов: изд-во СГУ, 1984.

1. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин. — JL: Энергия, 1968. - 570с.
2. Заец В.А. За рулем велоплуга // Моделист-конструктор - 1985 - №3, С32-33.
3. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. — М.: Колос, 1974. - 480с.
4. Исследование и разработка методики выбора мощности электрических двигателей для сельскохозяйственных механизмов. Отчет по НИР №800001513. - Рук. Ерошенко Г.П., Саратов, 1980. — 55 с. Инв. Б9152261
5. Исследование режимов работы и условий оптимального использования электрических двигателей в сельском хозяйстве. I - II этапы. Отчет по НИР №80001513-Рук. Ерошенко Г.П. Саратов, 1978 - 676. Инв. Б878601
6. Исследование режимов работы и условий оптимального использования электрических двигателей в сельском хозяйстве. II - III этапы. Отчет по НИР №80001513 - Рук. Ерошенко Г.П. Саратов, 1979 - 121с. Инв.Б878601
7. Казимир А.П., Грундулис А.О. Проблемы защиты электродвигателей в сельском хозяйстве. // Электротехника. - 1980, №9.
8. Казимир А.П., Керпелева И.Е. Загрузка электродвигателей на животноводческих фермах // Техника в сельском хозяйстве. - 1976 -№3. С. 46-47.
9. Калыков Б.Р. Повышение эксплуатационных показателей сельскохозяйственных электроприводов со случайной нагрузкой. — Автореф. дис... канд. техн. наук. — Челябинск, 1994.
10. Климов А.А. Электрификация производственных процессов в животноводстве. - М.: Сельхозиз, 1955. - 373с.
11. Кобаидзе К.Г. Электрифицированная малогабаритная техника для обработки почвы / Труды ВИЭСХ, Т75. — М.: ВИЭСХ, 1990. 96с.
12. Ключев В.И. Теория электропривода — М.: Энергоиздат, 1985.
13. Кобелев А.Г. Устройство и ремонт бытовой техники. М.: Высшая школа, 1994. 319с.
14. Корчемный Н.А., Постельга С.К. Классификация электроприводов сельскохозяйственных машин по вероятностным характеристикам нагрузки. В кн.: Механизация и электрификация сельского хозяйства. — Киев, 1981 - №15 - С.26-31.
15. Костюк В.И. Исследование режимов использования электродвигателей в сельскохозяйственном производстве: — Автореф. дис... канд. техн. наук. —Челябинск, 1982. - 18с.
16. Листов П.Н. и др. Электромонтер сельской электрификации. — М.: Высшая школа, 1969. - 320с.
17. Луковников А.В. Охрана труда. — М.: Колос, 1984. - 288с.
18. Малая механизация в приусадебном и фермерском хозяйствах / О.Г. Залигин ,С.О. Гусаков, В.П. Заборский. - Киев: Урожай, 1996. - 368с.
19. Мартынова Г. Неподвижный «мотоблок». //Моделист- конструктор. - 1989 - №3, с. 10-12.
20. Мейстель А.М. и др. Комплексные тиристорные устройства для управления асинхронными электроприводами. М.: Энергия, 1971 - 120с.
21. Мельников С.В. И др. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. — Л.: Колос. Ленинградское отделение, 1980. - 108с.
22. Методика выбора электроприводов с резкопеременной (ударной и пульс.) нагрузкой: РТМ - 105 - 0 - 051 - 78 — М.: ПНТИ ВНИИКОМЖ, 1978. - 23с.
23. Методика выбора электроприводов сельскохозяйственных машин: РТМ 165/23.2.2-74 — М.: ВНИИСХОМ ВНИИКОМЖ, 1978. - 95с.
24. Мешков В. Мотоблок для любых почв. // Моделист - конструктор. - 1987 - №7, С.4-7.
25. Морозов Д.П. Основы электропривода. — М - Л:Госэнергоиздат, 1950.
26. Мусин A.M. Аварийные режимы асинхронных двигателей и способы их защиты,- М.: Колос, 1989.
27. Мусин А.М. Поведение асинхронного электропривода при случайной нагрузке. // Электричество. - 1997 - №1, С.75-77.
28. Мусин А.М. Теория и методы расчета и испытания электроприводов сельскохозяйственных машин со случайной нагрузкой: — Автореф. дис... доктора техн. наук. — М., 1973. - 47с.
29. Мусин А.М. Электропривод сельскохозяйственных машин и агрегатов. М.: Агропромиздат, 1985.
30. Нормы испытаний электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей — М.: Энергоатомиздат, 1982.
31. Обрина Н. Мотопрополыцик.// Моделист-конструктор,- 1986 - №6, С.7-8.
32. Основы электропривода и применение электропривода в сельском хозяйстве / Назаров и др. — М.: Колос, 1972.
33. Остапенко О. Что может мотоплуг. // Моделист-конструктор. - 1984 - №4, С.6-8.
34. Петров И.И., Мейстель А. М. Специальные режимы работы асинхронного электропривода. —М.: Энергия, 1968.
35. Пильщиков JT.M. Практикум по эксплуатации машинно- тракторного парка. — М.: Колос, 1976. - 272с.
36. Попов В.К. Основы электропривода - М.: Госэнергоиздат, 1951.
37. Правила устройства электроустановок. — М.: Энергоатомиздат,

1986.

1. Прищеп Л.Г., Филаткин П.А., Электропривод и применение электроэнергии в сельском хозяйстве — М.: Высшая школа, 1972.
2. Пястолов А.А., Ерошенко Г.П., Костюк В.М. Резервы использования электродвигателей // Сельский механизатор. - 1979 - №2-С.33.
3. Пястолов А.А., Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования. —М.: Агропромиздат, 1990.
4. Пястолов А.А. Научные основы эксплуатации электросилового оборудования. —М.: Колос, 1968.
5. Радин В.И., Курбатова Г.С., Степанова М.Н. Электродвигатели для сельского хозяйства // Электротехника,- 1978 - №11.
6. Ратнер Н. М. Метод средних потерь для электродвигателей со случайным режимом работы // Электричество. - 1970. - №8 - С.77-79.
7. Расчет электроприводов в случайных режимах — М.: Энергия, 1969.
8. Регулируемые асинхронные двигатели / под ред. Д.Н. Быстрицкого — М.: Энергия, 1975.
9. Ратнер М.Ф., Булыгин B.C. Статистическая динамика и теория эффективности систем управления.
10. Рязанцев В.П., Суханова Р.С. Новая отечественная и зарубежная техника для фермерских хозяйств. — М.: ВНИИТЭИ агропром, 1991. - 66с.
11. Рубцов П.А., Осетров П.А., Бондаренко С.П.: Применение электрической энергии в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1971. - 526с.
12. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины/ Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.О. Зонов и др. Под общей редакцией Г.Е. Листопада. —М.: Агропромиздат, 1986. — 688с.
13. Скобельдин Н.В. Основы электрификации сельского хозяйства. М. - Л.: ОГИЗ, 1935.
14. Славин P.M. Научная основа автоматизации производства в животноводстве и птицеводстве. — М.: Колос, 1974.
15. Соколов Б. «Серебряный» мотоплуг. // Моделист-конструктор. - 1987 -№10. С.7-8.
16. Соколов Н.Г. Основы конструирования электроприводов. — М.: Энергия, 1971.
17. Справочник по применению электроэнергии в сельском хозяйстве / Под ред. Н.А. Сазонова. — М.: Сельхозгиз, 1958. - 606с.
18. Справочник по электрификации сельского хозяйства / Под ред. И.М. Шидарева. — М.: Госиздательство сельхозлитературы, 1949.- 598с.
19. Степанчук Г.В. Энергосберегающий многоскоростной электропривод сушильного барабанного агрегата АВМ-0,65. — —- Автореф. дис... канд. техн. наук. — Зерноград, 1995.
20. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. — М.: Госэнергоиздат, 1963.
21. Сырых Н.Н. Эксплуатация сельских электроустановок. — М.: Агропромиздат, 1986.
22. Теория прогнозирования и принятия решений. / Под ред. С.А. Саркисяна. - М.: Высшая школа, 1977.
23. Титова Н. Советы ландшафтного архитектора. // Приусадебное хозяйство . - 1989, №3.
24. Торопцев Н.Д. Трехфазный асинхронный двигатель в схеме однофазного включения с конденсатором. — М.: Энергоатомиздат, 1988 - 95с.
25. Усатенко С.Т., Краченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. — М,: изд-тво стандартов, 1992. - 316с.
26. Феофилактов Е. Мотоблок - колесо. // Моделист - конструктор. - 1986. -№2, С.22-28.
27. Фоменков А.П. Электропривод сельскохозяйственных машин поточных линий. — М.: Колос, 1984.
28. «Фреза» в саду. // Моделист - конструктор, 1985. - №7, С.11-14.
29. Черепанов С.С., Халфин М.А. Проблема механизации фермерских хозяйств // Техника в сельском хозяйстве.

* 1993. - №1.

1. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода.

* М.: Энергоиздат, 1981. - 576с.

1. Шуруб В.А. Анализ трехфазных-однофазных асинхронных электроприводов при случайной нагрузке.
2. Хрущев В.В. Электрические микромашины переменного тока для устройств автоматики. — Л.:Энергия, 1969. - 288с.
3. Эксплуатация технологического оборудования

животноведческих ферм и комплексов / Под ред. С.В, Мельникова. —М.: Колос, 1980.

1. Яковлев В. Мал, да удал! // Моделист-конструктор. - 1986 - №1, С.11- 12.
2. Ярмош А.Г., Ярмош Г.С. Механизация подворья. // Сделай сам. - 1991- №1, С.75-128.