

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА МОЕЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК****IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF WASHING EQUIPMENT SELECTION
FOR VEHICLE MAINTENANCE AT ENTERPRISES AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

Ключевые слова: загрязнения, транспортные средства, технический сервис, моечные установки высокого давления, метод анализа иерархий, выбор альтернатив, выбор технологического оборудования, принятие решений, многокритериальность, иерархии.

Загрязнение транспортных средств в сельском хозяйстве является серьезной проблемой, так как существенно влияет на коррозионные процессы и работоспособность техники. Для решения этой проблемы на предприятиях технического сервиса в АПК проводят мойку автомобилей. Эффективность очистных операций оказывает существенное влияние на качество крепежных, диагностических, регулировочных и других работ по техническому обслуживанию и ремонту транспорта. Основным оборудованием для проведения моечных работ являются мойки высокого давления, которые обладают различными значениями технических характеристик. От правильного выбора моечного оборудования зависят качество, скорость и экономическая эффективность технологического процесса мойки транспортных средств. Для объективного выбора оборудования необходимо использовать математические методы принятия решений, одним из которых является метод анализа иерархий. Этот метод заключается в парном сравнении критериев и альтернатив между собой. Результатом является вектор, элементы которого характеризуют предпочтительность альтернатив с учетом весовых коэффициентов критериев. Проведен выбор мойки высокого давления из четырех альтернатив на основании пяти критериев – максимального давления, производительности, потребляемой мощности, массы установки и её цены. В результате получены значения, характеризующие приоритетность каждой из альтернатив в условиях поставленных критериев и их весовых коэффициентов. Метод анализа иерархий позволяет повысить эффективность принятия решений при выборе технологического оборудования на предприятиях технического сервиса в АПК. Этот метод

является универсальным и может служить основой для разработки системы поддержки принятия управленческих решений в условиях многокритериальности.

Keywords: contamination, vehicles, maintenance, high-pressure washers, hierarchy analysis method, choice of alternatives, choice of process equipment, decision-making, multicriteriaity, hierarchies.

Contamination of vehicles in agriculture is a serious problem since it significantly affects corrosion processes and equipment performance. To solve this problem, vehicles are washed at the maintenance enterprises of the agro-industrial complex. The effectiveness of cleaning operations has a significant impact on the quality of fastening, diagnostic, adjustment and other maintenance and repair operations. High-pressure washer is the main equipment for washing operations; the washers have different specifications. The quality, time and economic efficiency of vehicle washing depend on the optimal choice of washing equipment. It is necessary to use mathematical decision-making methods for an objective selection of equipment. One of the methods is the hierarchy analysis method. This method consists in a pair comparison of criteria and alternatives. The result is a vector the elements of which characterize the preference of alternatives taking into account the weight coefficients of the criteria. This study deals with the choice of high-pressure washer from four alternatives based on five criteria – maximum pressure, productivity, power consumption, weight and price. The values characterizing the priority of each of the alternatives in terms of the criteria set and their weights were obtained. The hierarchy analysis method makes it possible to increase the efficiency of decision-making when choosing technological equipment at maintenance enterprises of the agro-industrial complex. This method is universal may can serve as a basis for the development of a decision support system in a multicriteria environment.

Кузнецов Василий Николаевич, к.т.н., ст. преп., каф. «Сельскохозяйственная техника и технологии», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-33-61. E-mail: Kusnezow-VN@yandex.ru.

Kuznetsov Vasily Nikolayevich, Cand. Tech. Sci., Asst. Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-33-61. E-mail: kusnezow2508@gmail.com.

Введение

Развитие производства сельскохозяйственной продукции требует увеличение объемов грузовых

перевозок, которые осуществляются в основном тракторным и автомобильным транспортом.

Транспорт, перевозящий сельскохозяйственную продукцию, работает в неблагоприятных условиях, связанных с дорожными, природно-климатическими и организационными факторами.

Автомобили и тракторы работают в сложных дорожных условиях, особенно в период полевых работ. При внутрихозяйственных перевозках грузов транспорт большую часть времени движется по грунтовым дорогам, состояние которых значительно изменяется от погодных условий [1-4].

От состояния дорожного покрытия и погодных условий в первую очередь зависит степень загрязнения автомобилей и тракторов, перевозящих сельскохозяйственные грузы. Особенно загрязняются элементы шасси, трансмиссии и прочие детали, узлы и агрегаты, обращенные к поверхности дороги [4, 5].

Загрязнение поверхности кузова, деталей, узлов и т.д. приводит к ускорению коррозионных процессов, что способствует увеличению времени простоя транспортных средств по техническим причинам, а также портит их внешний вид.

Для удаления наружных загрязнений с транспортных средств по возвращению их из наряда необходимо проводить уборочно-моечные работы [6]. Кроме того, эффективность очистных операций оказывает существенное влияние на качество крепежных, диагностических, регулировочных и других работ по техническому обслуживанию и ремонту транспорта [4-6].

Наиболее распространенным оборудованием для проведения моечных работ транспортных средств на предприятиях технического сервиса в АПК являются мойки высокого давления. На рынке предлагается множество таких моек, отличающихся своими техническими характеристиками и ценами.

Рациональный выбор мойки высокого давления обуславливается потребностью предприятия и его ресурсами.

Одним из методов выбора наиболее оптимального варианта при наличии множества критериев является метод анализа иерархий, предложенный Т. Саати.

Целью исследования является повышение эффективности выбора моечного оборудования для технического сервиса на предприятиях АПК.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования выбран метод выбора альтернатив при условии множества критериев.

В исследовании использован метод анализа иерархий, основанный на парном сравнении элементов задачи с учетом их веса в общей характеристике выбираемых альтернатив [7-10].

Перед применением метода анализа иерархий необходимо составить трехуровневую иерархическую структуру (рис. 1). На первом уровне располагается цель – выбор моечной установки; на втором – критерии ($K_1...K_n$), определяющие выбор. На нижнем уровне размещены альтернативы ($A_1...A_m$), из которых следует выбрать наиболее полно удовлетворяющую требованиям предприятия.

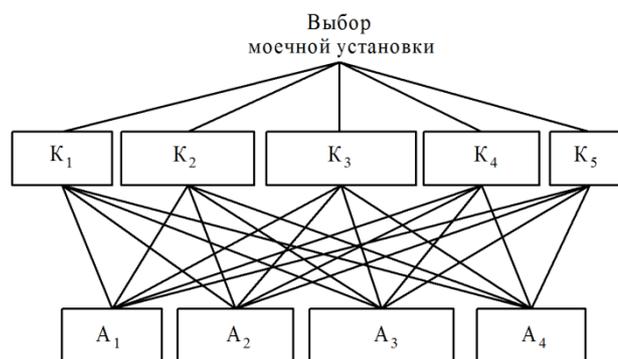


Рис. 1. Иерархия «цель – критерии – альтернативы»

На первом этапе выбора необходимо определить собственный вектор матрицы. Для этого необходимо оценить степень важности критериев, относительно друг друга.

Сравнение факторов происходит на основании шкалы, предложенной Т. Саати [7-9]. Результаты сравнения представляют собой квадратную матрицу A вида (1) с размерностью, равной числу критериев:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{pmatrix} \quad (1)$$

где a_{ij} – степень важности критерия i относительно критерия j .

Собственный вектор представляет собой выражение (2):

$$\Omega = \begin{pmatrix} \frac{\sum_{j=1}^n a_{1j}}{n} \\ \frac{\sum_{j=1}^n a_{2j}}{n} \\ \frac{\sum_{j=1}^n a_{3j}}{n} \\ \frac{\sum_{j=1}^n a_{4j}}{n} \\ \frac{\sum_{j=1}^n a_{5j}}{n} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где n – количество элементов в строке.

Умножив справа матрицу (1) на вектор-столбец (2), получим вектор E с элементами e_i .

Собственное значение вычисляется по выражению (3):

$$\lambda_{max} = \sum \frac{e_i}{\Omega_i}, \quad (3)$$

где Ω_i – элементы собственного вектора

Индекс согласованности матрицы определяется выражением (4):

$$ИС = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n - 1}, \quad (4)$$

Для оценки согласованности матрицы используют отношение согласованности:

$$ОС = \frac{ИС}{СИ}, \quad (5)$$

где СИ – случайный индекс, зависящий от порядка матрицы.

Если отношение согласованности $ОС < 0,1$, то матрица считается согласованной.

На втором этапе проводится сравнение альтернатив по каждому фактору. Сравнение проводится аналогично сравнению факторов. Для каждой матрицы сравнений альтернатив по выражению (5) вычисляется отношение согласованности.

Для нахождения удельного веса альтернатив следует умножить матрицу, составленную из векторов-столбцов, полученных в результате сравнения альтернатив, на собственный вектор, полу-

ченный в результате сравнения важности факторов.

Полученный вектор является вектором приоритетов альтернатив.

Результаты и их обсуждение

В работе проведен анализ четырех альтернатив – моек высокого давления, выбор проводился на основе критериев, представляющих собой их основные технические характеристики, значения которых представлены в таблице.

В соответствии с изложенной методикой проведено сравнение критериев выбора, характеризующих технические характеристики моек высокого давления. В результате сравнения критериев получена матрица вида (1):

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 5 & 9 & 1/4 \\ 3 & 1 & 7 & 8 & 5 \\ 1/5 & 1/7 & 1 & 5 & 1/5 \\ 1/8 & 1/9 & 1/5 & 1 & 1/7 \\ 1/4 & 1/5 & 5 & 7 & 1 \end{pmatrix}.$$

Таблица

Технические характеристики альтернатив

Альтернативы \ Критерии	Керхер К 5 UM	Bosch AQT 42-13	LITECH M 2500ИРБК	Nilfisk С 135.1-8
Давление, МПа	14,5	13	7	13,5
Производительность, л/ч	500	420	402	520
Потребляемая мощность, кВт	2,1	1,9	2,5	1,8
Масса мойки, кг	8	11,4	22,3	11,2
Цена, руб.	18290	15990	13601	14646

Проводим сравнение альтернатив относительно каждого критерия. Например, для критерия «Давления» матрица имеет вид:

$$\text{Давление} = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 & 3 \\ 1/4 & 1 & 4 & 2 \\ 1/7 & 1/4 & 1 & 1/5 \\ 1/3 & 1/2 & 5 & 1 \end{pmatrix}.$$

Аналогично проводим сравнение альтернатив по остальным критериям и определяем отношение согласованности каждой полученной матрицы (рис. 2).

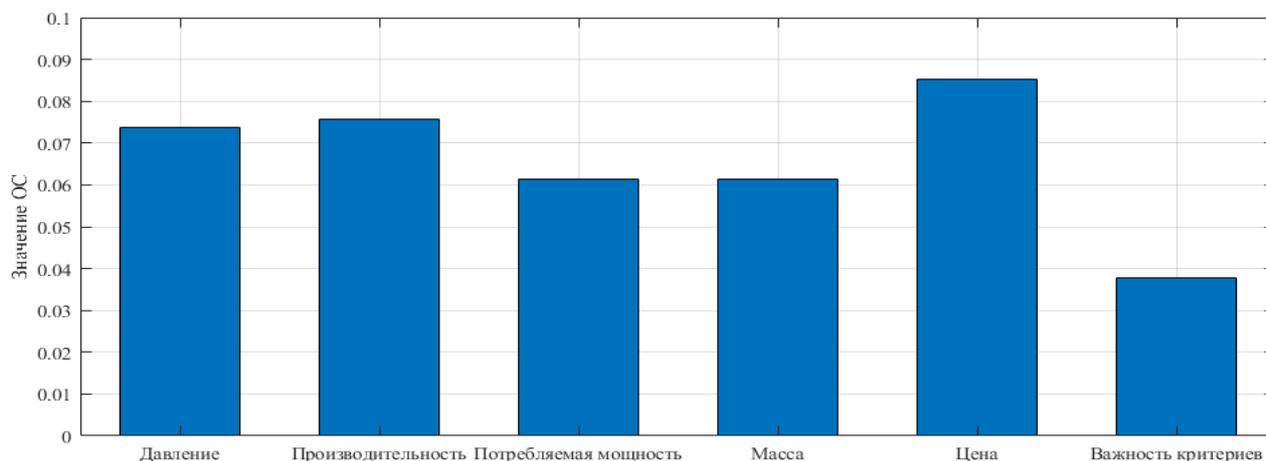


Рис. 2. Результаты расчета отношения согласованности

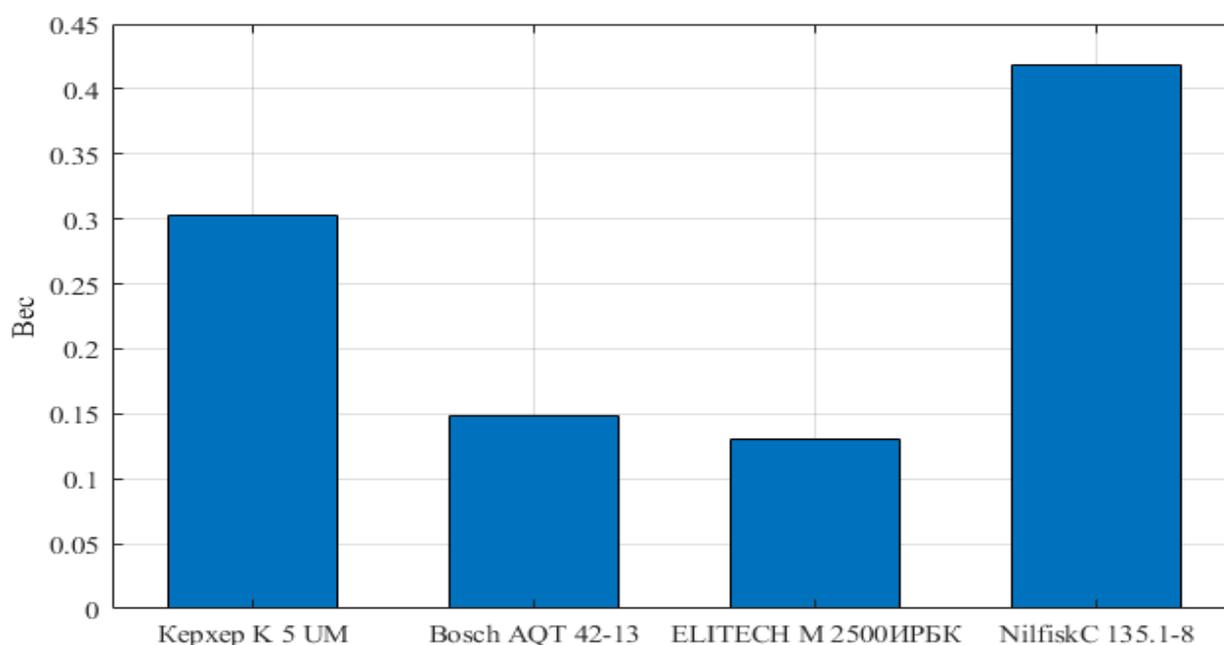


Рис. 3. Результаты сравнения альтернатив

Результаты расчета показывают, что отношение согласованности $ОС < 0,1$, что указывает на приемлемую согласованность полученных матриц.

Умножив матрицу, составленную из векторов-столбцов, полученных в результате сравнения альтернатив относительно каждого критерия на главный собственный вектор, полученный в результате сравнения критериев, получим вектор приоритетов альтернатив:

$$Q = \begin{pmatrix} 0,55 & 0,30 & 0,15 & 0,49 & 0,05 \\ 0,22 & 0,08 & 0,30 & 0,26 & 0,21 \\ 0,05 & 0,04 & 0,05 & 0,03 & 0,57 \\ 0,17 & 0,58 & 0,50 & 0,21 & 0,16 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,19 \\ 0,55 \\ 0,07 \\ 0,03 \\ 0,16 \end{pmatrix}$$

Результаты расчетов представлены на рисунке 3.

В результате проведенных расчетов установлено, что мойка Nilfisk C 135.1-8 имеет наибольший удельный вес, что указывает на её предпочтительность в рамках выбранных критериев.

Выводы

1. Задача выбора оборудования на предприятиях технического сервиса в современных условиях является актуальной. Необходимо применение объективных математических методов, обеспечивающих поддержку принятия решений в условиях многокритериальности альтернатив.

2. Метод анализа иерархий позволяет осуществлять выбор на основе парного сравнения критериев и альтернатив между собой, что повышает эффективность этого выбора.

3. Метод является универсальным и может служить основой для разработки комплексной системы поддержки принятия решений при выборе технологического оборудования на предприятиях технического сервиса в АПК.

Библиографический список

1. Буряев М.К., Оловников И.В., Ильин П.И. Влияние уровня производственно-технической эксплуатации на техническое состояние машин и периодичность их обслуживания // Вестник ИрГСХА. – 2009. – № 35. – С. 64-74.

2. Маслов Г.Г., Карабаницкий А.П., Кочкин Е.А. Техническая эксплуатация МТП. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2008. – 142 с.

3. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / Ю.Ф. Лачуга и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.

4. Кузнецов В.Н., Мельников Ф.П., Щетинина Д.В. Повышение качества очистки деталей автомобилей на станциях технического обслуживания // Управление качеством образования, продукции и окружающей среды: матер. 8-й Всерос. науч.-практ. конф. (14-15 ноября 2014 г.) / под ред. д.т.н., проф. А.Г. Овчаренко; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2014. – С. 120-123.

5. Карагодин, В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – М.: Изд-кий центр «Академия», 2003. – 496 с.

6. Канарчук В.Е., Лудченко А.А., Курников И.П., Луйк И.А. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: учебник. В 3 кн. – К.: Выща шк., 1991. – Кн. 1. Теоретические основы. Технология. – 359 с.

7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 368 с.

8. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

9. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях иерархий: пер. с англ. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.

10. Полховская Н.М., Минаев Ю.Л., Хайкин М.Б., Белоусова Л.Г. Использование метода анализа иерархий для контроля качества стоматологической помощи // Национальная ассоциация ученых. – 2015. – № 10-1 (16). – С. 167-170.

References

1. Buraev M.K., Olovnikov I.V., Ilin P.I. Vliyaniye urovnya proizvodstvenno-tekhnicheskoy ekspluatatsii na tekhnicheskoe sostoyanie mashin i periodichnost ikh obsluzhivaniya // Vestnik IrGSKhA. – 2009. – No. 35. – S. 64-74.

2. Maslov G.G., Karabanitskiy A.P., Kochkin Ye.A. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya MTP. – Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2008. – 142 s.

3. Strategiya mashinno-tekhnologicheskoy modernizatsii selskogo khozyaystva Rossii na period do 2020 goda / Yu.F. Lachuga i dr. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. – 80 s.

4. Kuznetsov V.N., Melnikov F.P., Shchetinina D.V. Povyshenie kachestva ochistki detaley avtomobiley na stantsiyakh tekhnicheskogo obsluzhivaniya // Upravlenie kachestvom obrazovaniya, produktsii i okruzhayushchey sredy: materialy 8-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 14-15 noyabrya 2014 goda / pod red. d.t.n., professora A.G. Ovcharenko; Alt. gos. tekhn. un-t, BТИ. – Biysk: Izd-vo Alt. gos. tekhn. un-ta, 2014. – S. 120-123.

5. Karagodin V.I., Mitrokhin N.N. Remont avtomobiley i dvigateley: ucheb. dlya stud. sred. prof. ucheb. zavedeniy. – M.: Izd. tsentr «Akademiya», 2003. – 496 s.

6. Kanarchuk V.Ye., Ludchenko A.A., Kurnikov I.P., Luyk I.A. Tekhnicheskoe obsluzhivanie, remont i khranenie avtotransportnykh sredstv: uchebnyk. V 3 kn. – K.: Vyshcha shk., 1991. – Kn. 1. Teoreticheskie osnovy. Tekhnologiya. – 359 s.

7. Saati T. Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy / per. s angl. – M.: «Radio i svyaz», 1993. – 368 s.

8. Saati T., Kerns K. Analiticheskoe planirovanie. Organizatsiya sistem / per. s angl. – M.: «Radio i svyaz», 1991. – 224 s.

9. Saati T. Prinyatie resheniy pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh ierarkhiy / per. s angl. – M.: Izdatelstvo LKI, 2008. – 360 s.

10. Polkhovskaya N.M., Minaev Yu.L., Khaykin M.B., Belousova L.G. Ispolzovanie metoda analiza ierarkhiy dlya kontrolya kachestva stomatologicheskoy pomoshchi // Natsionalnaya assotsiatsiya uchenykh. – 2015. – No. 10-1 (16). – S. 167-170.



УДК 621.31

А.А. Багаев, С.О. Бобровский
A.A. Bagayev, S.O. Bobrovskiy

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ЕМКОСТНОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО RLC-КОНТУРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНДУКТОРА ТВЧ УСТАНОВКИ

SUBSTANTIATION OF CHARGER SCHEME OF STORAGE CONDENSER OF OSCILLATORY RLC CONTOUR TO DETERMINE THE PARAMETERS OF HIGH FREQUENCY CURRENT INSTALLATION INDUCTOR

Ключевые слова: ТВЧ установка, индукционный нагрев, зарядное устройство (ЗУ), схемы ЗУ, зарядный процесс.

Эффективным способом упрочнения поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих орудий и кормоприготовительных машин является индукционный нагрев токами сверхвысокой частоты. Корректная работа высокочастотной индукционной установки без срабатывания устройств защиты требует согласования параметров индуктора и источника питания в резонансном режиме. Вне зависимости от типа используемых тиристорных или транзисторных схем источника питания решение проблемы указанного согласования не является тривиальным и представляет собой достаточно сложную задачу. Решение задачи во многом достигается путем определения параметров индуктора, используемых для статически достоверной оценки величины тока в индукторе, с целью оптимизации режимов высокочастотного нагрева деталей. Данная работа непосредственно связана с опреде-

лением активного R и индуктивного сопротивлений X_L индуктора. Методика определения сопротивлений индуктора подразумевает в качестве обязательного этапа зарядку накопительного конденсатора с последующим его разрядом на исследуемый индуктор с активным сопротивлением R и индуктивностью L . В работе производится обоснование и выбор типа зарядного устройства с наилучшими техническими характеристиками для зарядки конденсатора-источника электрической энергии для определения параметров индуктора ТВЧ установки. Нагрузкой указанной зарядной емкости является колебательный RLC-контур. В соответствии с существующей классификацией проанализированы схемы зарядных устройств. Установлены критерии технико-экономического и энергетического совершенства зарядного устройства. Выбрано простое для реализации зарядное устройство при выполнении условия максимума установленных выше критериев. Наиболее предпочтительным вариантом является схема с токоформирующим дросселем, включенным в зарядный контур.