

## **СТРАТЕГИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОЛОМКИ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИМИ**

**Измайлов М.К.**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия

В статье проведено исследование особенностей внедрения и реализации стратегий предупреждения поломки основных средств предприятия на основе автоматизации процесса управления ими. Во вступительной части статьи рассмотрено понятие стратегий такого рода и их роль в выработке рекомендаций по предотвращению потенциальных поломок. Далее обоснована значимость решений по управлению активами на предприятии, основанных на использовании EAM-систем (Enterprise Asset Management System), в которых с целью предупреждения аварий и внепланового выбытия из эксплуатации основного средства в EAM существует модуль RCM (Reliability Centered Maintenance), работающий по принципу «обслуживания на основе надежности». Надежность объекта основных средств обеспечивается его конструктивными и качественными характеристиками, оптимальной обоснованной научно эксплуатацией, своевременным и рациональным техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР), качеством и доступностью запасных частей, квалификацией персонала, а также наличием соответствующих документов по ТОиР. В основе модуля RCM лежит определение времени потенциального и функционального отказа оборудования на основе его индивидуальных характеристик и выбора индивидуального метода обслуживания. Методология RCM включает в себя четыре стратегии воздействия на объекты основных средств – реактивную, превентивную, предиктивную, проактивную. В статье представлена их краткая характеристика. Далее автором изложены основные сложности использования RCM в практике деятель-

## **PREVENTIVE MAINTENANCE STRATEGY BASED ON AUTOMATED ASSETS MANAGEMENT**

**Izmaylov M.K.**

Peter the Great  
St. Petersburg Polytechnic University,  
Saint Petersburg, Russia

The article studies the features of implementation of strategies to prevent breakdown of fixed assets of the enterprise based on automated assets management. In the introductory part of the article, the concept of strategies and their role in developing recommendations to prevent potential breakdowns are considered. The author proves the effectiveness of EAM-systems (Enterprise Asset Management System) with RCM module (Reliability Centered Maintenance) that stick to the principle of 'reliability-based maintenance'. The reliability of an item of fixed assets is ensured by its design and quality characteristics, evidence-based maintenance of equipment, timely maintenance and repair works, quality and availability of spare parts, highly qualified staff, and the availability of appropriate documents for maintenance and repair. The RCM module is based on determining the time of potential and functional failure of equipment based on its individual characteristics and the choice of an individual method of maintenance. The RCM methodology includes four strategies – reactive, preventive, predictive, and proactive. The author presents the main difficulties of using RCM in the work of modern enterprises and offers a methodology for implementing a strategy for preventing the breakdown of fixed assets of the enterprise based on the use of RCM technologies. Using the methodology proposed in the article, one can conduct a comprehensive analysis of the reliability of fixed assets, taking into account the impact of MRO, and develop appropriate strategies for preventing breakdowns.

ности современных предприятий и предложена методология внедрения и реализации стратегии предупреждения поломки основных средств предприятия на основе использования RCM-технологий. Применение предложенной в статье методологии использования RCM-технологий позволит предприятиям проводить комплексный анализ надежности основного средства с учетом влияния ТОиР и разрабатывать соответствующие стратегии предупреждения поломок.

**Ключевые слова:** автоматизация управления; основные средства; поломка; превентивная стратегия; техническое обслуживание и ремонт (ТОиР); EAM-технологии; RCM-методология.

**Keywords:** automated management; fixed assets; breakdown; preventive strategy; technical maintenance and repair; EAM-technologies; RCM-methodology.

У каждого предприятия имеются постоянные активы, которые оказывают значительное влияние на эффективность и прибыльность его основных бизнес-процессов. Управляя активами эффективно и оптимизируя процессы их обслуживания, предприятие развивает конкурентные преимущества, раскрывает свой внутренний потенциал. Ни одна компания в мире не рискнет экономить на обслуживании основных средств, ведь последствия поломки даже малейшей их детали могут быть трагическими.

Большинство предприятий сегодня все еще использует стратегию планово-предупредительных ремонтов (ППР), считая, что плановая замена ключевых узлов обеспечит стабильность работы основного средства наилучшим образом. Однако на самом деле между размером суммы вложенных финансовых средств и надежностью обслуживания постоянных активов прямой зависимости нет. Более того, чрезмерно полагаясь на стратегию ППР, предприятия, наоборот, увеличивают вероятность поломки оборудования. В связи с этим своевременный выбор соответствующей стратегии обслуживания постоянных активов предприятия во многом зависит от пунктуальности и правильности выбора технических политик, необходимых для его развития на долгосрочную перспективу.

Под термином «стратегия» традиционно понимается набор правил и средств управляющих воздействий, которые объединены единой целью для решения задач какой-либо определенной крупной проблемы (например, [Литвак, 2019; Ружанская, Якимова, Зубакина, 2019]). Любая стратегия, прежде всего, отражает идеологическую направленность и принятую концепцию действий.

Что касается технического обслуживания и ремонта (ТОиР) объектов основных средств, термин «стратегия» может быть определен в самом общем смысле следующим образом: «Стратегия представляет собой набор принципов, правил и средств контроля принятых эффектов, определяющих комплексную разработку эксплуатац-

**Образец цитирования:**

Измайлов М.К. Стратегия предупреждения поломки основных средств предприятия на основе автоматизации процесса управления ими // BENEFICIUM. 2020. № 3 (36). С. 4-11. DOI: [http://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.3\(36\).4-11](http://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.3(36).4-11).

**For citation:**

Izmaylov M.K. Preventive Maintenance Strategy Based on Automated Assets Management // BENEFICIUM. 2020. No. 3 (36). pp. 4-11. (In Russ.). DOI: [http://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.3\(36\).4-11](http://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.3(36).4-11).

онных свойств конструкции объекта основного средства, методов его технического обслуживания и ремонта» [Шифрин, 2020]. Такое определение стратегии фокусируется на необходимости системного подхода к решению проблемы повышения эффективности ТОиР и на реализации согласованных действий в рамках единой программы всех предприятий, создающих, эксплуатирующих и ремонтирующих объекты основных средств.

Важнейшей составляющей любого решения по управлению эффективностью использования основных средств является реализация стратегий предупреждения их поломок. Успешное предотвращение поломок, однако, возможно, только если реализуемые стратегии борются с фундаментальными причинами отказов оборудования. Эффективность внедряемых стратегий зависит от понимания того, как именно происходят отказы оборудования; четкое понимание видов отказов позволяет оценить их последствия и выработать рекомендации по предотвращению потенциальных поломок.

Одним из популярных управленческих решений следует считать принятие к реализации стратегии EAM (Enterprise Asset Management), которая подразумевает осуществление скоординированной и систематической деятельности по оптимальному управлению физическими активами, расходами и рисками на протяжении их жизненного цикла для достижения стратегических целей деятельности предприятия. Системы класса EAM являются преемниками компьютерных информационных систем управления ремонтами (Computerized Maintenance Management Systems, CMMS) и представляют собой прикладное программное обеспечение управления основными фондами предприятия, реализуемое в рамках стратегии EAM, которое напрямую связано с их ТОиР и направлено на такие процессы как капитальный ремонт, модернизация, техническое перевооружение, реконструкция, контроль над капитальным строительством и/или созданием физических активов, ремонт и профилактика, внеплановый и аварийный ремонт, поддержка эксплуатации и технического обслуживания. Практическое применение указанной стратегии вызвано необходимостью сокращения расходов на ТОиР, материально-техническое обеспечение при одновременном росте показателей эффективности использования основных средств [Измайлов, 2020]. EAM-системы нельзя назвать стандартом в управлении активами, однако они разработаны на основе известной управленческой методологии.

С целью предупреждения аварий и внепланового выбытия из эксплуатации основного средства в EAM-системах существует модуль RCM (Reliability Centered Maintenance), который работает по принципу «обслуживания на основе надежности». Другими словами, в основе работы модуля RCM лежит определение времени потенциального и функционального отказа оборудования на основе его индивидуальных характеристик и выбор индивидуального метода обслуживания. Суть этого подхода заключается в том, чтобы путем постоянных диагностик и проверок собирать информацию о каждом отдельном узле, контролируя его текущее состояние, и, основываясь на этих данных, менять запасные части не по плану, а только тогда, когда необходимо предупредить отказ в работе основного средства (рисунок 1).

Такой подход к обслуживанию, по сути, позволяет говорить о новой философии – экономной и эффективной. Современные технологии дают возможность путем использования различных датчиков и систем диагностики выявлять недостатки в работе отдельных узлов и даже запасных частей в режиме онлайн и, таким образом, получать сведения о необходимости ремонта или замены отдельных компонентов.

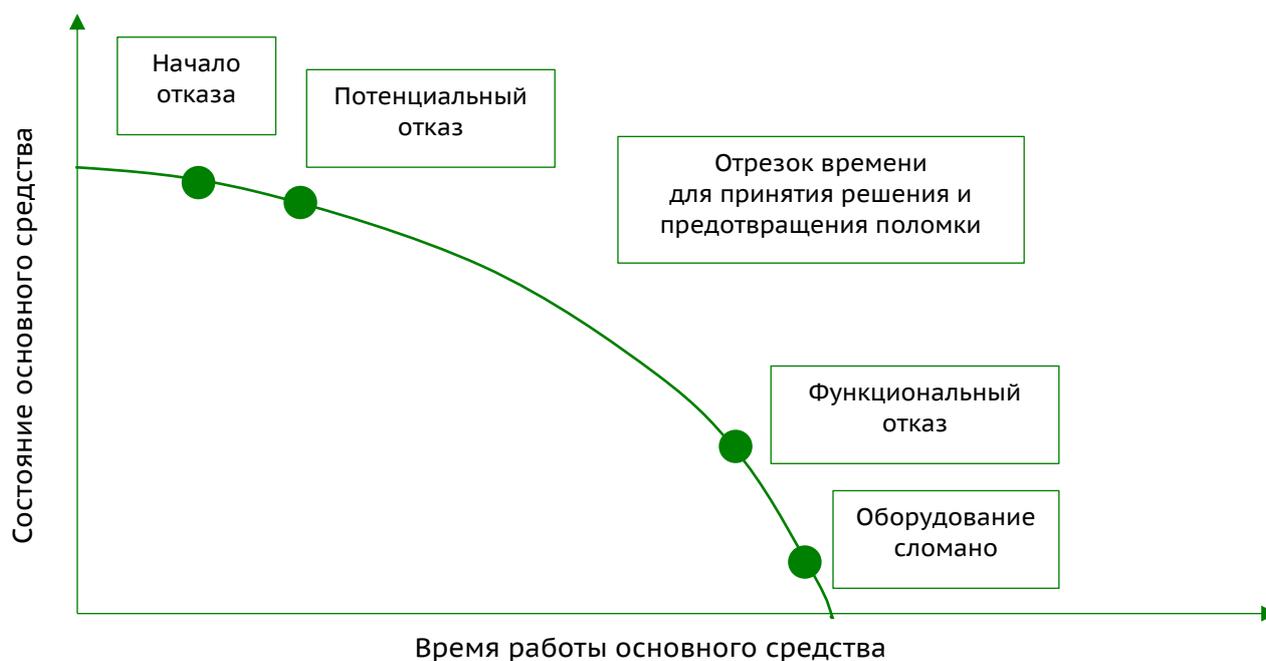


Рисунок 1. Определение времени ремонта основного средства в модуле RCM [составлено автором]

Методология RCM основывается на определении срока службы отдельных компонентов. Например, если роликовый двухрядный подшипник в среднем выходит из строя через год службы, то согласно стратегии ППР, раз в год необходимо провести полную замену таких подшипников. Но на самом деле далеко не всегда такой подход может обеспечить надежность и уж точно не способен рационализировать затраты на обслуживание. Так, возможны ситуации, в которых подшипник станет непригодным позже, чем через год, и в результате технического обслуживания предприятие заменит еще рабочую деталь, потратив немалую сумму (стоимость одного такого подшипника составляет 350000 руб.). Второй вариант развития событий – деталь выйдет из строя раньше, что приведет к остановке всего механизма. Когда такое происходит в производственном оборудовании, предприятие теряет огромные суммы на ремонт и упускает прибыль: так, время простоя прокатного станка в среднем стоит 280000 руб. в час, электродуговой печи – 475000 руб. в час. Час простоя самолета в среднем стоит 10000 долл. США, но в этом случае, кроме денег, на кону могут быть и человеческие жизни.

Методология RCM включает в себя четыре стратегии воздействия на объекты основных средств (рисунок 2).

Реактивная стратегия предусматривает, что объект основного средства будет использоваться без технического обслуживания до полного отказа. Эта стратегия, в основном, применяется в том случае, если объект основного средства не значим существенно для предприятия, его можно легко заменить, а ремонт указанного объекта является относительно малобюджетным, или в том случае, если это оборудование с высоким уровнем износа и продолжительным сроком эксплуатации, ремонт которого нецелесообразен и которое работает до окончательной поломки.

Превентивная стратегия аналогична стратегии ППР. В основном, она может быть использована для тех объектов основных средств, которые обладают невысоким уровнем «критичности» для предприятия; это может быть обусловлено такими пока-

зателями, как невысокая стоимость простоя для производства, возможность осуществления быстрой замены запасных частей в узле или монтажном блоке.

Предиктивная (прогнозная) стратегия основывается на процессах периодической диагностики и осуществления контроля технического состояния объектов основных средств в повседневном обслуживании. Представленная стратегия может быть применима в тех случаях, когда уровень использования объектов основных средств в производственной деятельности предприятия является высоким.

Проактивная стратегия основана на процессе поиска и устранения вероятных причин отказов объектов основных средств. Она применяется для обеспечения максимально возможного срока службы между ремонтами с использованием современных технологий обнаружения и устранения источников сбоев.

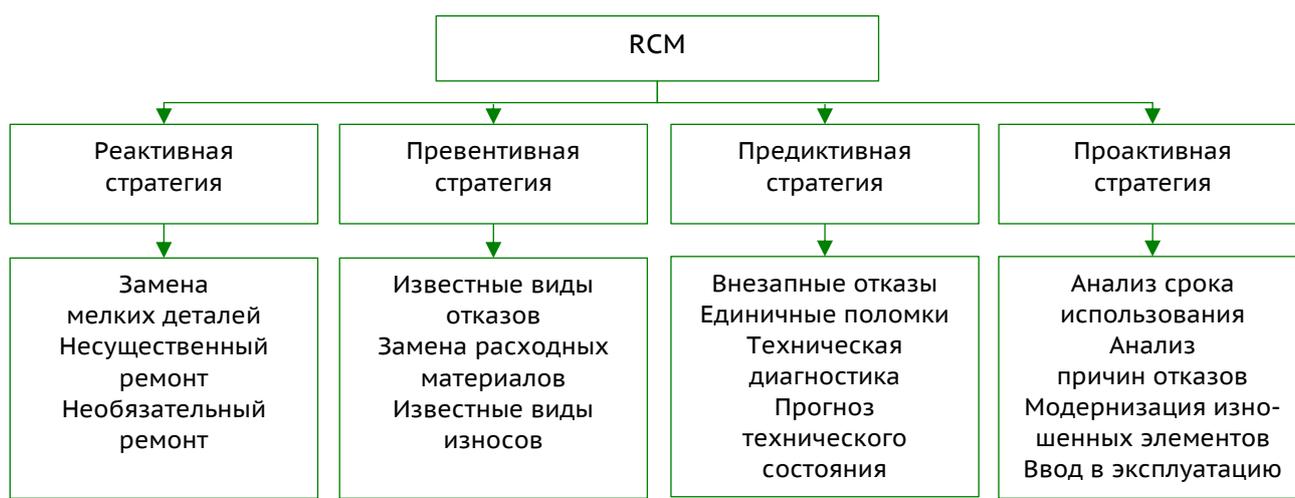


Рисунок 2. Стратегии воздействия на объекты основных средств в методологии RCM [RCM методология, 2020]

Сегодня RCM является универсальной методологией управления эксплуатацией, обеспечивающей комбинацию различных методов и средств, объединенных системным подходом на основе управления рисками для принятия оптимальных решений по эксплуатации.

Методология RCM получила широкое признание профессионалов в области технического обслуживания производства как эффективный метод развития стратегии обслуживания мирового класса. Она приводит к быстрым, непрерывным и существенным улучшениям в отношении работоспособности и надежности функционирования предприятия, качества производимой им продукции, безопасности и экологической чистоте производства; при этом последние являются важными составляющими экономической безопасности и существенно влияют на уровень эффективности функционирования предприятия.

Несмотря на достаточно длительное практическое применение, методология RCM вызывает достаточно много сложностей и трудностей, связанных с ее пониманием. Как показывает мировой практический опыт, более 60% программ по внедрению RCM не были успешно реализованы; в большинстве случаев остальных 40% они были выполнены поверхностно, и результат оказался малоэффективным. Сложность внедрения RCM в управленческую практику вызвана необходимостью осуществления реорганизации технических служб предприятия, проведения реинжиниринга

процесса управления физическими активами, разработки соответствующей организационной документации, а также введения в штат предприятия новых должностей (к примеру, инженер по надежности или инженер-надежник) [Антоненко, 2019].

В последние годы появился ряд исследований, в которых делаются попытки упростить процесс RCM, не приуменьшая при этом его преимуществ и выгод от реализации. В результате возникли системы: RCM 2, RCMO, RCM Blitz, RCM Turbo, Streamlined RCM, Preventive Maintenance Optimization и др. Однако, все они разработаны за счет средств консалтинговых фирм, навязывающих клиентам использование данных систем, и до сих пор существуют серьезные разногласия в мнениях экспертов относительно их качества и рисков.

В этой связи предлагается методология внедрения и реализации стратегии предупреждения поломки основных средств предприятия на основе использования RCM-технологий, схематично представленная на рисунке 3.



Рисунок 3. Предлагаемая методология внедрения и реализации стратегии предупреждения поломки основных средств предприятия на основе использования RCM-технологий [составлено автором]

Процесс внедрения стратегии предупреждения поломки основных средств предприятия на основе использования RCM-технологий начинается с классификации объектов основных средств в зависимости от различных категорий и определения их функциональных возможностей. Этот этап необходим для того, чтобы определить конкретный объем выборки оборудования и сократить объем анализа до управляемых размеров. Современные информационные системы автоматизации RCM позволяют наглядно представить описание соединений и последовательности элементов (систем, функциональных мест, объектов, компонентов) в производственной схеме для расчета надежности. При этом для формирования структурной схемы надежно-

сти оборудования в рассматриваемых системах используются подготовленные и сформированные ранее данные: иерархия, системы, функциональные места, объекты, компоненты [1С: RCM Управление надежностью, 2020].

На следующем этапе осуществляется выявление наиболее значимых объектов основных средств и их структурных элементов, отказ которых будет оказывать существенное влияние на безопасность предприятия либо приведет к серьезным экономическим последствиям для всего оборудования в целом. Здесь также осуществляется определение возможных последствий отказов и их тяжести, формирование матрицы риска, определение критичности отказов, определение параметров надежности, формирование отчетности.

На третьем этапе выявляются объекты основных средств и их структурные элементы, для которых отсутствует возможность осуществления предупредительной работы. Далее осуществляется составление перечня типовых причин поломок и дефектов, которые могут быть вызваны высоким уровнем износа объекта основных средств, превышением срока его службы, наличием ошибок специалистов предприятия при эксплуатации оборудования, а также неточностями при его проектировании. После этого производится выбор оптимальной стратегии ТОиР с определением ее ориентировочной стоимости, оптимизация проводимых мероприятий.

На заключительном этапе осуществляется анализ эффективности RCM-мероприятий. Эффективность программы может быть рассчитана исходя из стоимости изначальных рисков, стоимости применения сформированной программы мероприятий и окончательной стоимости риска. Если результаты проведенного RCM-анализа признаны эффективными, то полученная стратегия передается на исполнение во внешнюю систему, где производится планирование сервисных и ремонтных работ. В качестве такой системы может выступать система класса EAM или ERP (англ., Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия). В случае, если результаты RCM-анализа будут признаны низкоэффективными, то анализ должен быть повторен сначала или возвращен на один из шагов для более детальной проработки.

Эффективная эксплуатация основных средств предприятия возможна только при минимизации затрат на их ТОиР при обеспечении заданных показателей надежности и безопасности. В этой связи повышается актуальность задачи научно-обоснованного выбора стратегии предупреждения поломок основных средств, которая учитывала бы их фактическое состояние и конструктивные особенности, поддерживала надежность в установленных пределах и была экономически эффективной. Применение предложенной в статье методологии использования RCM-технологий позволит предприятиям провести комплексный анализ надежности основного средства с учетом влияния ТОиР и разработать соответствующие стратегии предупреждения поломок.

### Библиография

- 1С: RCM Управление надежностью (2020). 1С: Предприятие. Отраслевые и специализированные решения [Электронный ресурс]. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/eam-rcm/features> (дата обращения: 04.07.2020).  
RCM методология (2020). Корпорация Галактика [Электронный ресурс]. URL: <http://galaktika.ua/eam/rcm-metodologiya.html> (дата обращения: 03.07.2020).

- Антоненко И.Н. Методология RCM: ретроспектива и перспектива надежности-ориентированного технического обслуживания // Энергия единой сети. 2019. № 1 (43). С. 32-44.
- Измайлов М.К. Сравнительный анализ современных EAM-систем, используемых в российской и зарубежной практике // BENEFICIUM. 2020. № 2 (35). С. 35-42. DOI: [http://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.2\(35\).35-42](http://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.2(35).35-42).
- Литвак Б.Г. Стратегический менеджмент: учебник для бакалавров. Москва: Издательство Юрайт, 2019. 507 с.
- Ружанская Л.С., Якимова Е.А., Зубакина Д.А. Стратегический менеджмент: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 112 с.
- Шифрин М.Б. Стратегический менеджмент: учебник для вузов. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 321 с.

#### References

- 1C: RCM Upravlenie nadezhnost'ju [1C: RCM Reliability Management] (2020). 1C: Enterprise. Industry and Specialized Solutions (In Russ.). Available at: <https://solutions.1c.ru/catalog/eam-rcm/features> (accessed 04.07.2020).
- RCM metodologija [RCM methodology] (2020). Galaxy Corporation (In Russ.). Available at: <http://galaktika.ua/eam/rcm-metodologiya.html> (accessed 03.07.2020).
- Antonenko I.N. RCM methodology: retrospect and prospect of reliability-centered maintenance // Energiya edinoj seti [Energy of Integrated Network]. 2019. No. 1 (43). pp. 32-44. (In Russ.).
- Izmaylov M.K. Comparative Analysis of Modern EAM-Systems Used in Russian and Foreign Practice // BENEFICIUM. 2020. No. 2 (35). pp. 35-42. (In Russ.). DOI: [http://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.2\(35\).35-42](http://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.2(35).35-42).
- Litvak B.G. Strategic Management: A textbook for bachelors. Moscow: Yurajt Publishing House, 2019. 507 p. (In Russ.).
- Ruzhanskaya L.S., Yakimova E.A. & Zubakina D.A. Strategic Management: training manual. Yekaterinburg: Ural University Publishing House, 2019. 112 p. (In Russ.).
- Shifrin M.B. Strategic Management: A textbook for higher education. 3rd ed., corr. and exp. Moscow: Yurajt Publishing House, 2020. 321 p. (In Russ.).

#### Об авторе / Author

**Максим Кириллович Измайлов** – ассистент, Высшая школа управления и бизнеса, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия / **Maxim K. Izmaylov** – Assistant Lecturer, Graduate School of Business and Management, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia.

E-mail: [Max78rus@ya.ru](mailto:Max78rus@ya.ru).

SPIN РИНЦ 7654-8818.