

мониторинга (контролингу и консалтинга „деловой разведки”, бенчмаркингу), информационно-поисковой деятельности, научно-технической литературы и выявлены возможности их использования для мониторинга в АПК Украины.

Мониторинг, методы, поиск, бенчмаркинг, информация, агропромышленный комплекс.

In paper there is conducted systems analysis of methods of search and receipt of information of the most effective methods of monitoring (kontrolingu and consulting „business secret service”, benchmarkingu), informatsionno-poiskovoy activity, scientific and technical literature and are exposed possibilities of their use for monitoring in APC of Ukraine.

Monitoring, methods, search, benchmarking, information, agroindustrial complex.

УДК 674.815

МОНІТОРИНГ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

А.В. Новицький, кандидат технічних наук

Розглянуто питання моніторингу систем технічного обслуговування і ремонту машин. Проаналізовано дослідження та публікації з питань, яких торкається ця тема. Обґрунтовано основні складові та інформаційне забезпечення системи моніторингу.

Техніка, моніторинг, машини, технічне обслуговування, ремонт.

Постановка проблеми. Ефективність функціонування лісового комплексу України значною мірою визначається його технічним оснащенням, і в першу чергу це відноситься до лісозаготівельних підприємствам. Одним із основних напрямів збалансованого розвитку лісового господарства, спрямованих на посилення екологічних, соціальних та економічних функцій лісів є використання природозберігаючих систем машин та механізмів [1, 2, 8, 14]. Обсяги продукції, робіт та послуг лісового господарства в Україні з кожним роком зростають, і в 2013 році становили 6363,9 млн. грн., що майже у 2 рази більше, ніж у 2007 році (3382,7 млн. грн.) [11].

© А.В. Новицький, 2014

Слід зазначити, що вказані обсяги сформовані за рахунок зростання обсягів лісозаготівель, які відповідно зросли з 3530,2 млн. грн. у 2010 році до 4095,8 млн. грн. у 2013 році, маючи ще кращі результати в 2011 та 2012 роках.

Однією з основних тенденцій розвитку лісозаготівельної галузі є наростаюча швидкість зміни технологій, що веде за собою введення нових видів устаткування – багатофункціонального, більш досконалого. Зростаючому технічному рівню лісозаготівельних машин (ЛЗМ) та засобів для переробки деревини (ЗПД) повинна відповідати і більш розвинена система забезпечення працездатності машин. В сучасних умовах тенденціями розвитку ЛЗМ та ЗПД є ускладнення їх конструкції, поява нових видів машин, які можна представити як складні технічні системи «Людина – Машина – Середовище» (СТС «ЛМС»). Засоби системи технічного обслуговування і ремонту (СТОР) і технічного сервісу (ТС) повинні бути готові до забезпечення працездатності парку цих машин, що можливо тільки на підставі використання сучасних технологій управління працездатністю. Одним з перспективних напрямків розвитку СТОР і ТС є залучення заводів-виготовлювачів машин і устаткування в систему реалізації СТОР своєї продукції в гарантійний та післягарантійний періоди експлуатації.

Аналіз останніх досліджень. Можна виділити кілька основних шляхів у цьому напрямку: розвиток мережі фірмових центрів ТС і підвищення технічного рівня експлуатаційних баз лісозаготівельних підприємств. Заводи-виготовлювачі ЛЗМ та ЗПД повинні вирішувати питання забезпечення своїх виробів нормативно-технічною документацією, запасними частинами, післягарантійним обслуговуванням.

Досвід створення і використання ЛЗМ та ЗПД показує, що без урахування цілої гамми чинників, таких як: діючі навантаження, забруднення, дія активних середовищ, дефекти та пошкодження, які накопичені в деталях під час виготовлення та проведення ремонтно-профілактичних робіт неможливо виробляти якісні і конкурентоздатні машини. Виходячи з цього, науковцями проводяться дослідження з оцінки та забезпечення показників надійності ЛЗМ та ЗПД, як СТС «ЛМС». Окремі методики розрахунку та підвищення показників надійності ЛЗМ та ЗПД на основі експериментальних досліджень та випробування окремих деталей, агрегатів і машин в цілому відображено в друкованих працях [3, 5, 10, 12].

Так, в книзі під редакцією професора Амалицького В.В. [1] запропоновано аналітичні залежності для визначення кількісних і якісних показників надійності машин та обладнання лісового комплексу. Як зазначають автори наукових статей [8, 9, 14],

надійність є вирішальним показником, який визначає якість і продуктивність роботи технологічного обладнання, яке працює в автоматизованому виробництві, де відмова хоча б одного елемента веде до зупинки дільниці або всього цеху. Обладнання для виробництва деревостружкових плит представляє собою комплекс автоматичних ліній об'єднаних в одну систему [14], працює безперервно і має наступні показники: напрацювання на відмову обладнання для піддонного способу становить 7,93 год., а для без піддонного – 3,28 год. Середня тривалість відновлення роботи ліній становить для піддонного способу – 0,97 год., а для без піддонного – 1,1 год. За результатами експлуатаційних досліджень, які представлено в [8], встановлено, що для рубальних машин „Раума 8-3000” та стружкових верстатів ДС-7, напрацювання на відмову яких становить відповідно, 150,4 год. та 734,6 год. Авторами наукових робі [8, 14] акцентується увага на тому, що для забезпечення працездатності стружкових верстатів та рубальних машин запропоновано комплекс заходів, які включають: підвищення зносостійкості і довговічності накладок ножового диска і кріпильних деталей за рахунок покриття поверхонь зносостійким матеріалом і використанням фрикційного зміцнення; очищення сировини перед подачею в машину; удосконалення конструкції металошукача; підвищення довговічності ситових пластин. Але, разом з тим, розглядаючи заходи із забезпечення надійності складових «машина» та «середовище» дільниць і цехів з виробництва деревостружкових плит, авторами не розглядається така важлива складова СТС, як «людина-оператор».

Як зазначається в [2, 13], період експлуатації ЛЗМ 40% від загального числа відмов становлять виробничі відмови, 33% – експлуатаційні, 20% – конструктивні, 7% – в результаті «морального» старіння. Надійність ряду елементів ЛЗМ, як показали спостереження в рядовій експлуатації [2, 13], недостатня, а показники довговічності розподіляються в досить широких межах. Так, 80%-е напрацювання до ресурсної відмови з довірчою ймовірністю 90% становить: для балансирів – 2100 мото-год.; для пружин підвіски – 2200 мото-год.; для різних шестерень трансмісії в межах від 1700 до 2900 мото-год. Заслужують на увагу розробки автора, в яких з використанням теорії масового обслуговування обґрунтовано моделі забезпечення надійності ЛЗМ шляхом організації технічного сервісу пересувною майстернею. Це дозволяє забезпечувати високий рівень технічного використання ЛЗМ. Але, як показує аналіз, в наукових дослідженнях не розглядається така важлива компонента у забезпеченні надійності СТС, як персонал

пересувної майстерні та інженерно-технічної служби підприємств лісового комплексу.

Важливим напрямком в забезпеченні якості послуг з ТОР і ТС являється підготовка і підвищення кваліфікації кадрів працівників лісового комплексу. Значний вклад в організаційно-методичні основи підготовки кадрів внесли наукові дослідження [3, 5]. Але, для систем технічного сервісу, ТО і ремонту ЛЗМ та ЗПД ці питання є мало вивченими. Для вирішення поставленої в статті мети і підвищення надійності та ефективності функціонування машин лісового комплексу в роботі [3, 5] пропонується удосконалити організаційні форми, технологічну підготовку та кадрове забезпечення підприємств. Заслужовують увагу науково-практичні дослідження [4, 6], в яких отримана модель технологічної підготовки виробництва сервісних підприємств, а технологічні процеси ТОР і ТС представлені, як складні динамічні системи, які пов'язані в єдину систему: «Машина – Агрегат – Деталі – Засоби технологічного оснащення – Персонал».

Мета досліджень. У зв'язку з викладеним, метою статті є удосконалення методики підвищення експлуатаційної надійності ЛЗМ та ЗПД на основі застосування інформаційних технологій, методів структурного аналізу складних технічних об'єктів, теорії масового обслуговування, логіко-імітаційного моделювання та удосконалення СТОР.

Результати досліджень. В сучасних умовах в лісовому комплексі України мало вивченими є наступні фрагменти функціонування СТС «ЛМС», якими є ЛЗМ та ЗПД: стан існуючого парку машин, в тому числі вторинного з його модернізацією та підвищенням надійності; технологічна підготовка підприємств ТС та ремонтних підприємств; кадрове забезпечення підприємств з урахуванням до якості і оперативності надання послуг. Саме ці основні напрямки вибрані нами для подальших досліджень.

Нами проведено дослідження технічного стану машин в Київській, Житомирській та Чернігівській області у відповідності з методикою проведення моніторингу. До основних способів моніторингу, які необхідні для забезпечення надійності ЛЗМ та ЗПД, як відмічається в наукових дослідженнях [6], відносяться: використання аналізу інформації з відкритих джерел; проведення бенчмаркінгової оцінки виробничих процесів; застосування методів економічних переваг; співпраця з власниками та персоналом підприємств, виконавцями виробничих процесів та операторами; залучення незалежних фахівців; використання методу економічних переваг. Основним із представлених способів моніторингу, як зазначають автори досліджень [4, 6], є аналіз наявної інформації з

відкритих джерел. За результатами аналізу інформації з відкритих джерел, включаючи річні звіти лісогосподарських підприємств, встановлено, що парк технологічних і транспортних машин в лісництвах і лісгоспах мають високий ступінь зносу. Близько 60% відсотків тракторів Т-150К експлуатуються понад 8 років, а за межами 10 років експлуатується 74% тракторів МТЗ-80 (82).

Щодо автомобілів, які використовуються в підприємствах лісового комплексу, результатами проведеного моніторингу встановлено, що близько 65% автомобілів КамАЗ експлуатуються понад 8 років, а за межами 10 років в експлуатації знаходиться близько 85% автомобілів Зил.

Для забезпечення працездатності машин підвищується роль системи ТС і системи ТОР. В цих умовах важливим є формування ринку техніки повторного використання, яка вже була в експлуатації та потребує модернізації або ж проведення впливу ТОР. Проведений аналіз показує, що в останні роки державні лісогосподарські підприємства залучають для роботи транспортні і технологічні машини фізичних осіб та приватних підприємств, для використання яких проводиться комплекс робіт з модернізації та переобладнанням спеціальним оснащенням.

В останні роки у вітчизняній та зарубіжній практиці оцінку технічного рівня машин проводять на таких стадіях життєвого циклу, як проектування, прийняття рішення про серійне виробництво та на стадії серійного виробництва. В той же час недостатньо уваги приділяється оцінці технічного стану ЛЗМ та ЗПД, які знаходяться в експлуатації. Пропонується для формування методології систем ТОР ЛЗМ та ЗПД розглядати їх у взаємозв'язку, як системи, що складаються з підсистем та елементів. З позицій надійності спрощена структурна схема деревоподрібнюючої машина DP 660P може бути зображена у вигляді послідовно з'єднаних складових підсистем: завантажувальний механізм; подрібнювальний механізм; вивантажувальний механізм. Таке представлення правомірне виходячи з того, що відмова будь-якої із підсистем призводить до відмови системи в цілому. В процесі експлуатації ЗПД (деревоподрібнюючої машина DP 660P) може знаходитись в різних станах, обумовлених можливістю її роботи, або необхідністю технічного обслуговування та ремонту. Граф можливих станів деревоподрібнювальної машини в період її експлуатації представлений на рис. 1.

Виходячи з представлених розрахунків, граничні імовірності $P_{пк1}, P_{пк2}, P_{пк3}, P_{пк4}, P_{пк5}, P_{пк6}$ перебування підсистеми ПК в одному із станів $S_1, S_2...S_6$ в залежності від того, який елемент відмовив можемо записати в такому вигляді [7]:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{нк1} = \left(1 + \frac{\lambda_{12}}{\mu_{21}} + \frac{\lambda_{13}}{\mu_{31}} + \frac{\lambda_{14}}{\mu_{41}} + \frac{\lambda_{15}}{\mu_{51}} + \frac{\lambda_{16}}{\mu_{61}} \right)^{-1}; \\ P_{нк2} = \frac{P_{нк1}\lambda_{12}}{\mu_{21}}; \\ P_{нк3} = \frac{P_{нк1}\lambda_{13}}{\mu_{31}}; \\ P_{нк4} = \frac{P_{нк1}\lambda_{14}}{\mu_{41}}; \\ P_{нк5} = \frac{P_{нк1}\lambda_{15}}{\mu_{51}}; \\ P_{нк6} = \frac{P_{нк1}\lambda_{16}}{\mu_{61}}. \end{array} \right. \quad (1)$$

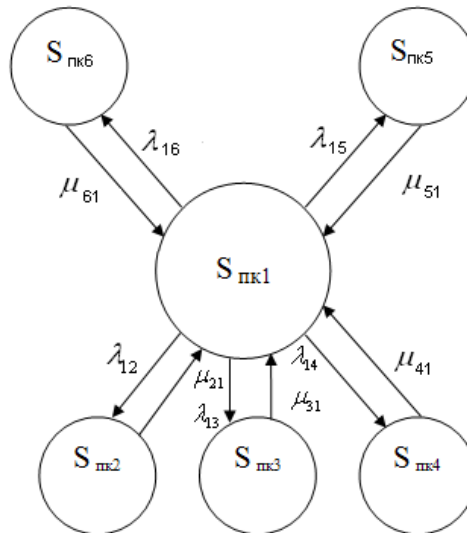


Рис. 1. Граф можливих станів і переходів в них для подрібнювального механізму деревоподрібнюючої машина DP 660P: $S_{пк1}$ – справний стан ПК; $S_{пк2}$ – відмова ножів; $S_{пк3}$ – відмова розпірної втулки; $S_{пк4}$ – відмова підшипників; $S_{пк5}$ – відмова валу; $S_{пк6}$ – відмова трубопроводу.

Інтенсивності відмов λ_{1i} та інтенсивності відновлень μ_{i1} підсистеми ПМ дерево подрібнювальної машини DP 660P із справного стану S_1 в один з станів $S_2, S_3...S_6$ можна розрахувати використавши відповідні формули та прийняті для даних інтенсивностей теоретичні закони розподілу. Нами проведено аналіз надійності подрібнювального механізму DP 660 P. Дисковий подрібнювальний механізм складається з валу, двох рубальних ножів та контр ножа. Попередніми дослідженнями встановлено, що напрацювання на відмову ножів становлять 85-95 тон подрібненої

деревини. Тобто, інтенсивність відмов становить 0,011 – 0,012 1/т. Безвідмовність подрібнювального ротору лімітують ножі. Згідно рекомендацій заводу виробника ножі слід міняти через 18 год. роботи. Фактично, ножі знімають для заточування 1 раз на місяць. Тобто, подрібнювальна машина DP 660 P використовується при знижених параметрах подрібнювального механізму, що призводить до зниження її продуктивності та підвищення витрати електроенергії.

Нами також проведено аналіз технологічної підготовки виробництва підприємств, які забезпечують ТОР ЛЗМ та ЗПД і впливають на забезпечення їх надійності. За результатами моніторингу технологічних процесів, які використовуються на ремонтних підприємствах для забезпечення працездатності техніки встановлено, що найбільш застарілим обладнанням є металоріжуче. Особливо низький коефіцієнт технологічної надійності операцій з механічної обробки деталей. За результатами досліджень встановлено, що в ремонтних майстернях державних підприємств лісового комплексу близько 80% токарних верстатів, 70% фрезерних та свердильних верстатів використовуються понад 30 років.

Крім оновлення парку та налагодження ремонту слюсарно-механічного обладнання, важливим резервом забезпечення якості механічної обробки деталей є розробка системи забезпечення технічного обслуговування і ремонту (СЗТОР), яка давала б можливість пошуку і використання наступних аналогів: одиничних і групових технологічних процесів, інформацію про трудомісткість процесів, засоби технологічного оснащення, завантаженість обладнання, потребу в інструментах та витратних матеріалах.

Одним із основних показників оцінки ефективності роботи підприємств з ТОР машин є оперативність виконання послуг. Тому, важливим резервом у забезпеченні надійності СТС «ЛМС», якими є лісозаготівельні машини та засоби для переробки деревини є підготовка персоналу для підприємств, які займаються ТОР машин. Виходячи з цього, пріоритетним напрямком досліджень складової СТС «Людина-оператор» є моніторинг: класифікації персоналу підприємств; вимог до рівня кваліфікації та професійно важливих якостей працівників; рівня підготовки та стану підвищення кваліфікації працівників.

Як свідчить практика, на більшості підприємств лісового комплексу України система підвищення кваліфікації не забезпечує регулярного оновлення та поповнення знань працівників. В середньому, в економіці України зайнятий працівник проходить підвищення кваліфікації один раз у 13 років, при чому, у будівництві – раз у 28 років, на транспорті – раз у 12 років, у державному управлінні – раз у 10 років. Але, враховуючи те, що в сучасних

умовах період старіння знань складає в середньому 3-5 років, можна зробити висновок, що існуюча система підвищення кваліфікації працівників не забезпечує оновлення знань, а відповідно і не забезпечує надійність персоналу, як складової СТС «ЛМС». Про актуальність професійної підготовки працівників на підприємстві можна зробити висновки з наступної інформації: періодичність підвищення кваліфікації працівників в Україні в середньому складає близько 11 років, в той час як в Росії – 7 років, у країнах Західної Європи і Японії – 3,5 роки. В таблиці 1 [10-12] представлено динаміку зміни показників підготовки і підвищення кваліфікації кадрів в Україні за окремими видами економічної діяльності, включаючи сільське господарство, мисливство, лісове господарство у 2010–2013 рр. Як показує аналіз, в сільському господарстві, мисливстві, лісовому господарстві спостерігається тенденція зменшення кількості працівників, які за період з 2011 р. до 2013 р. оволодівали новими професіями та підвищували свою кваліфікацію. Найбільший відсоток працівників, які пройшли підготовку і підвищення кваліфікації кадрів в Україні припадає на промисловість. Як показує статистичний аналіз [11], в Україні у 2013 році, за різними видами економічної діяльності на виробництві навчалися новим професіям 196,9 тис. осіб, що складало лише 3,2% штатних працівників від загальної чисельності працюючих, а підвищували кваліфікацію 1020,9 тис. осіб, що складало 9,9%.

1. Показники підготовки і підвищення кваліфікації кадрів в Україні за видами економічної діяльності у 2011–2013 рр. [10-12].

Показники	Роки		
	2011	2012	2013
Сільське господарство, мисливство, лісове господарство			
Навчались новим професіям, тис. осіб	4,3	4,0	4,4
Від облікової кількості штатних працівників, %	0,8	0,7	0,9
Підвищили кваліфікацію, тис. осіб	9,0	9,6	8,1
Від облікової кількості штатних працівників, %	1,6	1,7	1,6
Промисловість			
Навчались новим професіям, тис. осіб	158,5	149,5	138,1
Від облікової кількості штатних працівників, %	5,6	5,4	5,2
Підвищили кваліфікацію, тис. осіб	399,1	402,7	403,3
Від облікової кількості штатних працівників, %	14,0	14,6	15,1

Як показує аналіз, заводи-виробники ЛЗМ та ЗПД повинні вирішувати питання забезпечення своїх виробів нормативно-технічною документацією, запасними частинами, післягарантійним обслуговуванням, навчанням кадрів. В даний час виникає актуальна потреба в наданні підприємствам із заготівлі і переробки деревини інформаційних засобів управління експлуатацією своїх машин та

обладнання. Для підвищення ефективності роботи деревообробних машин ще недостатньо використовується теорія надійності складних систем. Як один із напрямів забезпечення надійності на протязі всіх етапів життєвого циклу машин може бути використано резервування малонадійних підсистем та елементів на основі структурного аналізу їх надійності. Виходячи з цього, доцільно обґрунтувати комплект резервних елементів для подрібнювального механізму, запропонувати способи підвищення довговічності ножів.

Висновок. Актуальність проблеми підвищення надійності ЛЗМ та ЗПД є важливою і багатогранною, тому навіть невеликі результати в напрямку підвищення надійності вказаних засобів та окремі рішення задач в даній галузі придатні для практичного їх застосування. Створення нових методик і підходів для оцінки і забезпечення надійності ЛЗМ та ЗПД є перспективним напрямком в підвищенні працездатності складних технічних систем «ЛМС».

Список літератури

1. *Амалицкий В.В.* Надежность машин и оборудования лесного комплекса : учебник для студентов специальности 170400 [Текст] / *В.В. Амалицкий, В.Г. Бондарь, А.М. Волобаев, А.С. Воякин.* – М.: МГУЛ, 2002. – 279 с.
2. *Андронов А.В.* Повышение эксплуатационной надежности лесозаготовительных машин в условиях республики Коми: автореферат дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: 05.21.01 «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства» / *Андронов Александр Викторович* : Поволжский гос. техн. ун-т. – Йошкар-Ола, 2002. – 20 с.
3. *Быков В.В.* Анализ состояния и перспектив развития дилерской деятельности при техническом сервисе / *В.В. Быков* // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета, Научный журнал №2 (7). – М., РГАЗУ, 2007. – С. 8–10.
4. *Галицин В.К.* Моделі та технології систем моніторингу в економіці: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра економ. наук: 08.03.02 «Економіко-математичне моделювання» / *В.К. Галицин.* – К., 2001. – 30 с.
5. *Дац Ф.А.* Усовершенствование технической эксплуатации зарубежных лесозаготовительных машин: автореферат дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: 05.21.01 «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства» / *Дац Федор Анатоліевич* : Московский гос. ун-т леса. – М., 2011. – 19 с.
6. *Ладиченко В.В.* Принципи і способи моніторингу, які необхідні для підвищення ефективності виробництва в АПК України / *В.В. Ладиченко, В.Н. Большаков, Р.П. Панасюк* // Міліція України, №03-04 (189-190). – 2013. – С. 24–25.
7. *Надійність* засобів подрібнення відходів деревини, як складних технологічних систем / [*Новицький А.В., Ревенко Ю.І., Наханьков В.С., Мирець О.С.*] // Зб. наук. пр. ЛНТУ. – Луцьк, 2010. – Вип. 20. – С. 223–234.
8. *Полоз В.І.* Обґрунтування показників надійності та розроблення структури ремонтного циклу верстатів для подрібнення деревини: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.07 «Машини та процеси лісівничого комплексу» / *Полоз Володимир Іванович* : Нац. Львівський ун-т

України. – Львів, 2007. – 20 с.

9. *Сиротов А.В.* Принципы построения модели оптимизации системы технического обслуживания и ремонта поточных линий деревообрабатывающих предприятий: автореферат дис. на соискание научн. степени д-ра. техн. наук: 05.21.05 «Древесноеведение, технология и оборудование деревообработки» / *Сиротов Александр Владиславович* : Московский гос. ун-т леса. – М., 2006. – 38 с.

10. *Статистичний щорічник України за 2011 рік* / За ред. О.Г. Осауленка. – К.: ТОВ «Август Трейд», 2012. – 558 с.

11. *Статистичний щорічник України за 2013 рік* / За ред. О.Г. Осауленка. – К.: Державний комітет статистики України, 2014. – 534 с.

12. *Україна у цифрах у 2012 році.* Статистичний збірник / За ред. О.Г. Осауленка. – К.: Державна служба статистики України, 2013. – 552 с.

13. *Шиловский В.Р.* Обоснование и разработка комплексной системы организации технического сервиса территориально распределенных лесозаготовительных машин: автореферат дис. на соискание научн. степени д-ра техн. наук: 05.21.01 «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства» / *Шиловский Вениамин Николаевич* : Петрозаводский гос. ун-т. – Петрозаводск, 2002. – 39 с.

14. *Шостак В.В.* Наукові основи прогнозування технічного стану та обґрунтування структури ремонтного циклу обладнання для виробництва деревостружкових плит: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.05.07 «Машины та процеси лісівничого комплексу» / *Шостак Володимир Васильович* : Нац. Львівський ун-т України. – Львів, 1999. – 35 с.

Рассмотрены вопросы мониторинга систем технического обслуживания и ремонта машин. Проанализированы исследования и публикации по вопросам, которых касается эта тема. Обоснованы основные составляющие и информационного обеспечения системы мониторинга.

Техника, мониторинг, машина, техническое обслуживание, ремонт.

The paper is dedicated to problems of monitoring of systems maintenance and repair machine. In paper parsed the researches and publications on problems, which one are encompassed. The main components and also its dataware is grounded.

Technology, monitoring, machinery, technical maintenance, repair.