

УДК 622.232.002.5:658.58

**Андреева Людмила Ивановна**

доктор технических наук,  
главный научный сотрудник  
ЧФ ИГД УрО РАН,  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 83  
e-mail: [technorem74@list.ru](mailto:technorem74@list.ru)

**ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
РЕСУРСОВ В РЕМОНТНОМ  
ПРОИЗВОДСТВЕ***Аннотация:*

*Статья посвящена повышению качества планирования ресурсов в ремонтном производстве горнодобывающих предприятий. Выявлены основные причины, формирующие высокие финансовые издержки ремонтной службы. Предложен методический подход, позволяющий оценить эффективность использования ресурсов. Обоснована необходимость стандартизации рабочих процессов для повышения эффективности планирования ремонтного производства, в частности, рационального распределения ресурсов*

*Ключевые слова:* ремонтное производство, эффективность использования ресурсов, планирование, эксплуатация, ремонт, техническое обслуживание, технологический процесс, информационное обеспечение

**Andreeva Lyudmila I.**

Ph.D. (Doctor of Technical Sciences),  
chief researcher of the Chelyabinsk branch  
Institute of mining, UB RAS,  
454080, Chelyabinsk, Lenin avenue, 83  
e-mail: [technorem74@list.ru](mailto:technorem74@list.ru)

**OPPORTUNITIES FOR IMPROVING  
THE EFFICIENCY OF RESOURCES  
UTILIZATION IN REPAIR PRODUCTION***Abstract:*

*The article is about improving the quality of resources planning procedure in remedial maintenance of mining plants. The main reasons forming high maintenance expenses on repair service were identified. The methodological approach is described to assess the efficiency of resources use. The necessity of standardization work processes for improving efficiency of planning repair production, rational resources distribution in particular is grounded*

*Key words:* repair production, resources utilization efficiency, planning procedure, repair, maintenance, workflow, information support

Актуальность задачи обслуживания и ремонта горной техники обусловлена значительными и непрерывно растущими абсолютными и относительными затратами трудовых, материальных и финансовых ресурсов, что отрицательно влияет на себестоимость продукции, и, как следствие, на ее конкурентоспособность. Величина финансовых издержек за весь срок эксплуатации технических объектов, как правило, многократно превышает их начальную стоимость. Это вызвано рядом причин:

- несовершенством организационной структуры системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР), связанным с выполнением собственными силами ремонтного производства (РП) практически всех бизнес-процессов (функций);
- низким технологическим уровнем ремонтной базы;
- отставанием в области методического обеспечения бизнес-процессов;
- низкой квалификацией и недостаточным или избыточным количеством ремонтного персонала;
- слабым уровнем информационного обеспечения.

Задача анализа эффективности ремонтного производства осложняется высокой степенью неопределенности информации, которая обусловлена особенностями горных работ, субъективностью информации из-за сложности её получения и, как правило, отсутствием базы данных для анализа за длительный период времени.

Это определило необходимость проведения на ряде горнодобывающих предприятий оценки эффективности использования ресурсов в ремонтном производстве, позволяющей определить уровень соответствия технологических процессов и организации производства определенным критериям и стандартам.

На одном из горнодобывающих предприятий Сибири был использован следующий подход: ремонтное производство предприятия рассматривалось как сложная техническая и социально-экономическая система, имеющая определенную структуру, целевую функцию, элементы и связи (рис. 1).



Рис. 1 – Декомпозиция горнодобывающего предприятия как системы

Применение такого подхода позволило оценить эффективность использования ресурсов по следующим направлениям:

- организационно-техническая система ремонтного производства;
- использование парка основного горно-транспортного оборудования;
- технология ремонтного производства;
- структура и эффективность использования ремонтного персонала;
- взаимодействие структурных подразделений;
- влияние режимов и условий эксплуатации, технологии и организации ремонта на эффективность использования горной техники;
- информационное обеспечение.

При исследовании системы планирования ресурсов были использованы следующие методы:

- анкетирование руководителей, специалистов и операционного персонала предприятия;
- моделирующие двухдневные семинары (деловые игры);
- анализ статистических и отчетных данных подразделений;
- анализ документации, регламентирующей деятельность ремонтного производства;

- экспертная оценка, аналитические расчеты, системный анализ.
- Исходными данными для оценки эффективности использования ресурсов стали
- показатели работы ремонтных подразделений за несколько отчетных периодов;
  - нормативная технологическая и отчетная документация, ремонтные регламенты, «Положение о ППР»;
  - результаты экспертной оценки технического состояния экскаваторов;
  - характеристика мощностей ремонтного производства (подразделений).
- В результате проведения анкетирования руководителей и специалистов было установлено, что на эффективность ремонтного производства влияют факторы как со стороны эксплуатации, так и со стороны ремонта горной техники (рис. 2).

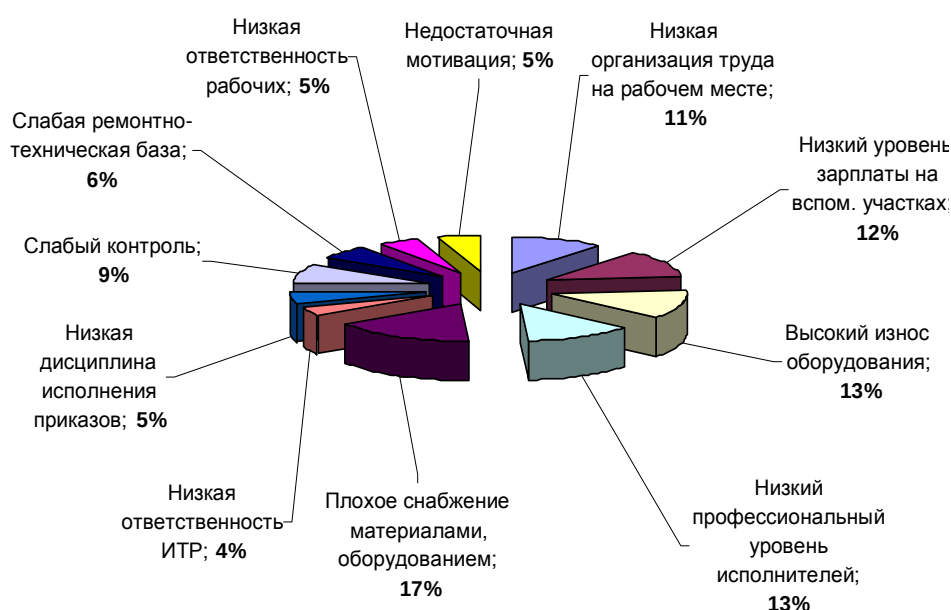


Рис. 2 – Результаты анкетирования руководителей и специалистов по определению факторов, влияющих на структуру затрат ремонтного производства

Анализ деятельности горнодобывающих предприятий, в том числе анкетирование, аудит и т.д., показал, что наблюдается тенденция к увеличению времени нахождения техники в ремонте при сохранении низкого уровня качества ремонтов, не обеспечивающего необходимый уровень работоспособности горных машин и оборудования.

Анализ распределения времени на планирование, подготовку и проведение ремонтных работ в подразделениях показал: по сравнению со значениями, рекомендуемыми системой ППР, на планирование ремонта по факту расходуется времени в 1,3 – 3,8 раза больше, на подготовку в 1,5 – 2,0 раза меньше, на проведение ремонта отклонения составляют 1,5 – 3,0 раза.

Тем не менее специалисты ремонтного производства считают необходимым увеличить долю времени на проведение ремонта за счет сокращения доли времени, отведенного на его подготовку. Практика показывает, что такое перераспределение времени приведет к сокращению межремонтного периода и, соответственно, к значительному перерасходу всех видов ресурсов.

Действующая система учета годового календарного фонда времени сформирована таким образом, что существует возможность «размывания» потерь времени и ресурсов по процессам и операциям — как при эксплуатации, так и при ремонтном обслуживании горной техники. Такая система учета затрат затрудняет реальную оценку, искажает их величину, что вынуждает руководителей подразделений и цехов принимать необоснованные решения с последующими негативными последствиями.

Формирование системы учета в ремонтном производстве должно быть основано на использовании методик планирования всех видов деятельности в системе ремонта, учете затрат по месту их возникновения, что позволит контролировать факт выполнения работ (даты начала и окончания, трудовые, материальные ресурсы), их стоимость и сравнивать их с плановыми значениями.

Оценка стоимости 1 маш.-ч. ремонта и эксплуатации горной техники и оборудования в подразделениях предприятия показала значительный разброс значений:

- на ремонт 1,5 – 420 у.е.;
- на эксплуатацию 0,5 – 110 у.е.

Такой разброс значений стоимости ремонта и эксплуатации обусловлен реализуемой стратегией ремонтного производства: необоснованной минимизацией затрат, сложившимся приоритетом распределения ресурсов между основным и ремонтным производством, отсутствием мотивации труда ремонтного персонала.

По мнению руководителей и специалистов предприятий и их подразделений, низкий уровень использования производственных ресурсов в значительной степени является следствием того, что их нормирование производится с учетом уже достигнутого уровня эффективности. Оценка состояния нормативной базы ремонтного производства показала, что только 30 % норм и нормативов, касающихся ресурсного обеспечения, соответствует существующему уровню организации и технологии ремонта, а 70 % нормативов либо завышены, либо занижены. Сохранение такого соотношения не позволяет ремонтному производству выйти на другой уровень эффективности.

Одним из организационных методов, позволяющих регламентировать процесс рационального расхода ресурсов, является стандартизация рабочих процессов.

Объектом стандартизации рабочих процессов является деятельность ремонтного подразделения горнодобывающего предприятия, включающая технологические операции и потребляемые ресурсы. В соответствии с этим стандарт рабочего процесса включает не только требования к показателям воспроизводства (устанавливает верхние и нижние пороговые значения показателя, выход за рамки которых влечет за собой определенные санкции), но и требования к его безотказности, качеству и экономичности.

Для оценки качества ресурсного обеспечения процессов ремонта горной техники предложен комплекс критериев. В него включены коэффициенты, характеризующие уровень обеспеченности процесса необходимыми ресурсами. В качестве ресурсов рассматриваются:

- информация: ремонтно-технологическая документация; инструкции и технологические карты на демонтаж/монтаж, разборку/сборку и восстановление агрегатов и узлов; рабочие, сборочные и монтажные чертежи; акты испытаний и сдачи в ремонт/эксплуатацию и т.д.;
- станки и оборудование: станочный парк, грузоподъемное и транспортное оборудование, стенды, оборудование для сварки и резки металла;
- технологическая оснастка и средства механизации: электро- и пневмоинструмент, гидравлические ключи, ключи-редукторы, домкраты, съёмники, оправки, маслостанции и т.д.;
- персонал: слесари III – IV разряда, сварщики, слесари-станочники; машинисты экскаваторов, кранов, водители; дефектовщики, технологи, нормировщики и т.д.

Коэффициент информационного обеспечения  $K_{\text{инф}}$ :

$$K_{\text{инф}} = \frac{n_{\text{исп}}}{n_{\text{общ}}}, \quad (1)$$

где  $n_{\text{исп}}$  – количество использованной информации;

$n_{\text{общ}}$  – количество общей информации.

Коэффициент использования станков и оборудования  $K_{исп}^{об}$  :

$$K_{исп}^{об} = \frac{t_{пр}^{об}}{t_{общ}^{об}}, \quad (2)$$

где  $t_{пр}^{об}$  – производительное время работы станков и оборудования;

$t_{общ}^{об}$  – общее время работы оборудования.

Коэффициент механизации операций  $K_{мех}$  :

$$K_{мех} = \frac{t_{мех}}{t_{общ}}, \quad (3)$$

где  $t_{мех}$  – время со средствами механизации;

$t_{общ}$  – общее время выполнения ремонтных работ.

Коэффициент использования времени персоналом  $K_{исп}^п$  :

$$K_{исп}^п = \frac{t_{пр}^п}{t_{общ}^п}, \quad (4)$$

где  $t_{пр}^п$  – производительное время работы персонала;

$t_{общ}^п$  – общее время работы персонала.

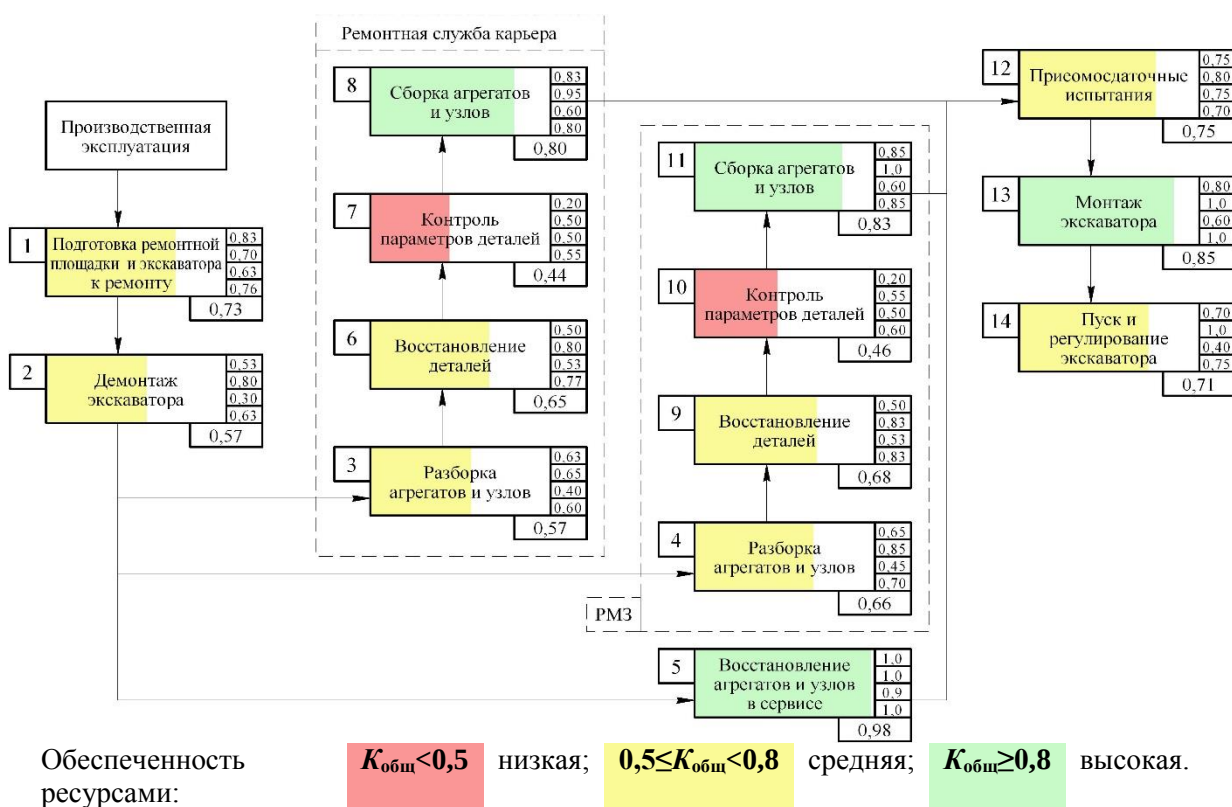
По предложенным коэффициентам произведена оценка ресурсного обеспечения процесса ремонта экскаваторов, работающих в основной технологической цепочке предприятия (рис. 3).

Из представленной блок-схемы видно, что отклонение от стандарта проведения текущего ремонта экскаваторов наблюдается по всей структуре процесса. Цветовая индикация иллюстрирует качество выполнения каждой операции технологического процесса и дает возможность оценивать качество ремонтных работ по их ресурсному обеспечению. Такая система оценки обеспечивает более детальное планирование ресурсов.

Качественное планирование работ позволяет рационально распределять ресурсы в ремонтном производстве и своевременно осуществлять ремонт любой сложности. Важной задачей ремонтной службы является постоянное совершенствование планирования ремонтных работ. Это позволит обеспечить эффективное использование ресурсов, повысить качество ремонта и улучшить производственные показатели предприятия.

Планирование ремонтного производства должно предусматривать:

- совершенствование всех планов-графиков (недельных, месячных, годовых, перспективных) ремонта и технического обслуживания по каждому производственному участку, цеху, корпусу, а также по предприятию (объединению) в целом, обеспечение компетентности, непрерывности и полной согласованности планов ремонта;
- совершенствование и дифференцирование норм и нормативной базы планирования по всем видам ремонтных работ;
- непрерывное обеспечение систем учета и анализа состояния эксплуатируемого оборудования;
- совершенствование системы плановой, учетной и отчетной форм документации и приведение их к единой информационной базе планирования;
- применение обезличенного метода ремонта (агрегатно-узловой метод);
- широкое использование экономико-математических методов для планирования, нормирования и анализа ремонта оборудования.



1 - 14 — последовательность операций в ремонтном процессе.

Для каждой операции рассчитаны:

|                                                                                                        |                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| $K_{\text{инф}}$                                                                                       | Коэффициент информационного обеспечения          |
| $K_{\text{исп}}^{\text{об}}$                                                                           | Коэффициент использования станков и оборудования |
| $K_{\text{мех}}$                                                                                       | Коэффициент механизации операций                 |
| $K_{\text{исп}}$                                                                                       | Коэффициент использования времени персоналом     |
| $K_{\text{общ}} = (K_{\text{инф}} + K_{\text{исп}}^{\text{об}} + K_{\text{мех}} + K_{\text{исп}}) / 4$ |                                                  |
| Комплексный коэффициент ресурсного обеспечения                                                         |                                                  |

Рис. 3 – Оценка ресурсного обеспечения процесса ремонта экскаваторов циклического действия в АО «Евроазиатская энергетическая корпорация»

Для решений этих задач используется сетевой метод планирования и управления (СПУ). Графическим выражением сетевой модели ремонта является сетевой график. Метод дает возможность зафиксировать взаимосвязь выполняемых ремонтных работ, рассчитать резервы времени и наметить пути их рационального использования. Так, составление типовых сетевых графиков для экскаваторов ЭКГ-12,5 и РН-2300 показало, что трудоемкость плановых ремонтов может быть снижена в 1,5 – 2 раза, а продолжительность в 4 – 6 раз при одновременном повышении качества ремонта (рис. 4).

Одним из условий перехода к сетевому методу планирования ремонтных работ на горнодобывающем предприятии является применение агрегатно-узлового метода (АУМ) ремонта, который чаще всего используется при аварийных остановках экскаваторов. Расчет косвенного эффекта от применения АУМ ремонта произведен для железорудного карьера (таблица).



**Фактически:** продолжительность ремонта 6 дней (144 маш.-ч.)

из них 144/2=72 маш.-ч. ночных и 72 маш.-ч. ремонтных.

$\Sigma$ трудозатрат = 11,5·72 = 828 чел. ч. Всего 12 человек.

**Планово:** продолжительность ремонта 11,5 часов (1 смена)

$\Sigma$ трудозатрат =126 чел. ч. Всего 11 человек.

Рис. 4 – Типовой график выполнения ремонтного обслуживания экскаватора RH-2300 (1 смена, 12 часов) в АО «Соколовско-Сарбайское горное производственное объединение»

На период проведения производственно-технического аудита (2010 – 2011 гг.) добыча железной руды в первом полугодии 2010 г. составила 21,847 млн т, производство железорудного концентрата 8,836 млн т, производство окатышей увеличилось до 4,205 млн т. Выемка полезного ископаемого производилась экскаваторами цикличного действия моделей ЭКГ-8И, ЭКГ-10, RH-170, Hitachi EX-5500 и Hitachi EX-3600. Отгрузка руды производилась в автосамосвалы марки Hitachi грузоподъемностью 130 т. Затем горная масса перегружалась в железнодорожные вагоны-думпкары и транспортировалась на обогатительную фабрику, находящуюся в 60 – 65 км.

#### Расчет косвенного эффекта (компенсация) от применения агрегатно-узлового метода

| Показатель                                                      | Расчетное значение |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|
| Простои в ремонтах, ч/год:                                      |                    |
| планово-предупредительные                                       | 22736              |
| аварийные                                                       | 2244               |
| Потери горной массы за время простоев, тыс. м <sup>3</sup> /год | 15537,6            |
| Потери полезного ископаемого (руды), тыс. т/год                 | 1926,7             |
| Убытки, млн руб/год                                             | 145,3              |
| Компенсация убытков в результате применения АУМ, млн руб/год    | 81,3               |

Формирование агрегатно-узлового метода ремонта на этом предприятии позволило сократить непродуктивное время в плановых ремонтах на 20 %, в ремонтах восстановительных (аварийных) на 50 % и тем самым добыть дополнительно 1926,7 тыс. т руды.

Таким образом, стандартизация технологических процессов ремонта, применение сетевой модели планирования в сочетании с агрегатно-узловым методом восстановления потребительских свойств машины позволяет охватить все стадии комплекса работ по организации, планированию и управлению процессом ремонта, собственно ремонт и сдачу отремонтированного объекта в эксплуатацию, а также позволяет выбрать рациональную технологическую последовательность операций ремонта, эффективно планировать трудовые, материальные и финансовые ресурсы.

### Литература

1. Андреева Л.И. Направления развития системы производственной и технической эксплуатации горнодобывающего предприятия / Л.И. Андреева, И.Л. Кравчук, К.О.Хан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № ОВ11. – С. 269 – 275.
2. Андреева Л.И. Показатели эффективности использования горно-транспортного оборудования / Л.И. Андреева, К.О. Хан // Чтения памяти В.Р. Кубачека: сб. трудов X Междунар. науч.-техн. конф. 19 – 20 апреля 2012 г. – Екатеринбург: УГГУ, 2012. – С. 336 – 340.