



Процесс формирования эффективности эксплуатации транспортно-технологических машин

Сергей Васильевич Репин¹, Сергей Аркадьевич Евтюков²
Ярослав Райчык³

АННОТАЦИЯ:

Эффективность как общее описание владения какой-либо системой с когнитивной точки зрения определяется как способ достижения цели с объективно выраженной степенью, включающей затраты на энергетические, технические и временные ресурсы. В данном материале используется метод тестирования эффективности системы путем анализа целевой структуры, являющейся результатом определения и участия воздействия оценить основную цель во всей структуре всех элементов системы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

эффективность использования транспортно-технологических машин; анализ пути достижения цели

1. Введение

Эффективность это наиболее общее, определяющее свойство любой целенаправленной деятельности, которое с познавательной точки зрения раскрывается через категорию цели и объективно выражается степенью достижения цели с учетом затрат ресурсов и времени. Одним из распространенных методов исследования эффективности систем является структурно-целевой анализ, заключающийся в установлении влияния на составляющие главной цели структурных элементов системы.

2. Структурно-целевой анализ предприятия по эксплуатации строительных машин (ПЭСМ)

Предприятие по эксплуатации строительных машин, как любая другая производственная организация, представляет собой социально-экономическую систему.

Внутренней целью существования ПЭСМ является удовлетворение потребностей членов организации: инвесторов – в получении максимальной прибыли, работников – в обеспечении достойного существования в материальном, социальном и др. планах. Чем больше прибыль, тем больше степень удовлетворения. Т.о., общая цель членов ПЭСМ – получение максимальной прибыли.

Структура организации должна обеспечивать максимум желаемого эффекта. Так как прибыль приносят работающие машины, то деятельность всех членов ПЭСМ должна

¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, 190005, ул. 2-я Красноармейская, 4, e-mail: repinserge@mail.ru, orcid id: 0000-0002-2289-4194

² Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, 190005, ул. 2-я Красноармейская, 4, e-mail: s.a.evt@mail.ru, orcid id: 0000-0003-3674-643X

³ Politechnika Częstochowska, Wydział Budownictwa, ul. Akademicka 3, 42-218 Częstochowa, e-mail: Rajczyk@bud.pcz.pl, orcid id: 0000-0003-0145-2837

быть направлена на достижение максимальной наработки парка машин при минимальных затратах ресурсов.

Парк машин (ПМ) является ядром ПЭСМ: система существует для ПМ и за счет эксплуатации ПМ, т.е. парк машин представляет собой объект воздействия системы и источник средств существования системы.

ПМ сам является сложной системой: технической, экономической и социальной. Как техническая система ПМ состоит из отдельных машин и групп машин. Как экономическая система ПМ является активной частью основных производственных фондов предприятия, потребляющей ресурсы и приносящей прибыль. Как социальная система ПМ является средством труда персонала, выпускающим общественно полезную продукцию и обеспечивающим удовлетворение потребностей персонала.

ПМ существует внутри ПЭСМ, функционирует и реализует цель своего существования за счет ПЭСМ. Положение ПМ внутри ПЭСМ можно сравнить положением двигателя в автомобиле. Для нормальной работы двигателя требуются системы питания топливом, управления, обслуживания, и, конечно, система отбора мощности, через которую двигатель «оправдывает» цель своего существования.

Чтобы парк машин мог существовать требуется поддерживать его работоспособность. Эту функцию выполняет система технической эксплуатации (СТЭ). Загрузку парка машин работой обеспечивает система коммерческой эксплуатации (СКЭ). Таким образом, ПМ, СТЭ и СКЭ – являются основными подсистемами ПЭСМ [1]. Их взаимодействие показано на рисунке 1.



Рис. 1. Системное представление о ПЭСМ: СКЭ – система коммерческой эксплуатации; СТЭ – система технической эксплуатации; Т_р – наработка парка машин на объектах за расчетный период; Q – объем выполненных работ за расчетный период

Эффективное функционирование системы можно достигнуть только в том случае, если цели подсистем более низкого уровня будут согласованы с целями подсистем более высокого уровня. В связи с ветвлением системы от высших уровней к более низким возникает иерархия целей и подчинение низших целей высшим (дерево целей).

Проведем декомпозицию главной цели существования ПЭСМ – прибыли. Реализация итоговой прибыли от эксплуатации техники в виде функции времени определяется выражением:

$$\Pi(t) = V(t) - Z(t) - Y(t) \geq \Pi_{\min} \quad (1)$$

где: $V(t)$, $Z(t)$ – соответственно накопленные выручка и расходы от производственной деятельности за расчетный период; $Y(t)$ – величина ущерба, вызванная срывом нормаль-

ного хода производственного процесса; P_{\min} – минимально допустимая норма прибыли; t – возраст эксплуатируемого оборудования.

Хотя модель (1) представлена в детерминированном виде, в действительности неопределённость условий эксплуатации обуславливает стохастический характер ее составляющих. Исследуя влияние производственных факторов на эти составляющие можно определить задачи повышения эффективности системы.

Основной доход ПЭСМ получает за счет оказания услуг по предоставлению машин строительным организациям. Величина выручки определяется суммой произведения оплачиваемой наработки $T_i(t)$ каждой машины за расчетный период на цену машино-часа $C_{\text{маш.-ч}}$, т.е. суммой выручки $B_i(t)$ от эксплуатации отдельных машин:

$$B(t) = \sum B_i(t) = \sum T_i(t) C_{\text{маш.-ч}} \quad (2)$$

В случае если ПЭСМ само подряжается на производство строительных работ, его выручка будет связана с производительностью машины $Q_i(t)$, ценой единицы продукции c_i и наработкой $T_i(t)$:

$$B(t) = \sum Q_i(t) c_i T_i(t) k_{\text{и}} \quad (3)$$

где $k_{\text{и}}$ – коэффициент использования потенциала машины (рабочего времени, мощности, грузоподъемности и т.п.).

Затраты имеют весьма сложную структуру. В упрощенном виде состав затрат, приходящихся на i -тую машину, можно представить выражением [2]:

$$Z(t) = \sum Z_i(t) = \sum \left\{ [A_i(t) + Z_i + Z_{\text{иПЭБ}} + Z_{\text{иВС}} + H_i + Z_{\text{иПр}}] + [Z_{\text{иГСМ}}(t) + Z_{\text{иТОР}}(t)] \right\} \quad (4)$$

где: $A_i(t)$ – амортизационные отчисления; Z_i – зарплата машинистов; $Z_{\text{иПЭБ}}$ – затраты на содержание производственно-эксплуатационной базы; $Z_{\text{иВС}}$ – отчисления в вышестоящую организацию, учредителям и т.п.; H_i – налоги; $Z_{\text{иПр}}$ – прочие отчисления (на страховки, банковские проценты по кредитам, лизинговые платежи, разрешения, техосмотры и пр.); $Z_{\text{иГСМ}}(t)$ – затраты на горюче-смазочные материалы и рабочие жидкости; $Z_{\text{иТОР}}(t)$ – затраты на технические обслуживания и ремонты, в том числе на запчасти и быстроизнашивающиеся части (БИЧ).

Первое слагаемое выражения (4) в квадратных скобках экономисты рассматривают как условно-постоянные затраты $Z_{\text{пост}}(t)$, не зависящие от количества выпущенной продукции (отработанных машино-часов) за расчетный период (но это не значит, что $Z_{\text{пост}}(t)$ не зависят от среднего возраста парка машин). Второе слагаемое в квадратных скобках – переменные затраты $Z_{\text{пер}}(t)$, возрастающие пропорционально объему продукции [3].

Ущерб можно представить как сопутствующие потери, сопровождающие простои машин из-за отказов. Если отказ возникает вследствие плановых технических воздействий, то ущерб, как правило, не возникает, т.к. система заранее подготавливается к простоям части оборудования. Внезапные же отказы сопровождаются простоями не только отказавшей машины, но и ресурсов, технологически связанных с данной машиной. Последствием отказов может быть также снижение качества продукции, ущерб в социальной, экологической и др. сферах. Большинство проявлений ущерба обычно можно оценить экономически, причем величина ущерба пропорциональна времени простоя $T_{\text{пр}}$ оборудования:

$$Y(t) = \sum y_i(t) = \sum y_i T_{\text{пр}}(t) \quad (5)$$

где: y_i – величина ущерба в единицу времени. В общем случае y_i может быть функцией $T_{\text{пр}}$.

Ущерб, как показал в своей монографии В.И. Эдельман [6], можно рассматривать как комплексный показатель надежности. Т.о., модель (1) связывает технические, экономические и надежность характеристики машины. Кроме того, величина ущерба зависит от характера выполняемой работы. Значит, данный подход позволяет ответить на вопрос – каков будет оптимальный уровень надежности машины для конкретного производственного задания, в зависимости от возможных экономических потерь или событий, оцениваемых в экономическом эквиваленте, вследствие внезапного отказа.

Составляющие выражения (1) являются функцией возраста t машины, т.к. по мере старения машины уменьшается производительность $Q_i(t)$ и наработка $Ti(t)$ за расчетный период, увеличивается время простоя $T_{пр}(t)$ в ремонтах. Следовательно происходит падение выручки $V(t)$, возрастание затрат $Z(t)$ и ущерба $Y(t)$. Постепенно снижается прибыль $P(t)$ до значения P_{min} , ниже которого невозможно существование системы по экономическим причинам. Оптимальный и максимальный временные ресурсы t можно определить исходя из минимума удельных затрат, максимума извлекаемой прибыли за весь эксплуатационный цикл, минимально допустимого уровня рентабельности [3].

Путем изучения структуры составляющих модели (1) можно определить основные задачи повышения эффективности использования строительных машин и распределить их между структурными подразделениями ПЭСМ.

3. Формирование дерева целей и дерева систем ПЭСМ

Основной задачей ПЭСМ является управление эффективностью техники. Можно выделить два крайних метода управления – реактивное и программно-целевое. Планирование при реактивном методе осуществляется перед началом или в процессе действия, решения принимаются без анализа возможных альтернатив и часто меняются, являясь своего рода реакцией на текущие события. Реактивное управление не эффективно, не учитывает даже ближайшей перспективы, часто приводит к существенным просчетам.

В общем виде сущность программно-целевого управления заключается в четком определении конечной цели и объединении в форме программы всех видов деятельности для достижения этой цели. Программа увязывает цели с ресурсами, т.е. определяет необходимое количество ресурсов на каждой стадии для их преобразования в конечный продукт или результат.

Выявлению путей достижения главной цели способствует построение дерева целей (ДЦ) – упорядоченной иерархии целей, выражающих их соподчинение и внутренние взаимосвязи. Производится декомпозиция цели высшего уровня (в рассматриваемом случае – прибыль) на цели второго уровня (составляющие прибыли второго ранга), которые, в свою очередь делятся на более мелкие компоненты (цели третьего ранга) и т.д.

Цели низшего уровня можно считать задачами, решение которых необходимо для достижения цели высшего уровня и которые связаны с подсистемами ПЭСМ, которые в свою очередь представляют дерево систем (ДС). В рассматриваемом варианте дерево систем ПЭСМ представлено подсистемами: ПМ, СКЭ, СТЭ (рис. 1).

Важность ДЦ и ДС состоит в том, что цель системы представляется структурно, а не в общем виде или декларативно; выявляются все факторы и подфакторы, влияющие на достижение поставленной цели (системы и подсистемы).

Итак, главной целью функционирования системы эксплуатации строительных машин является получение прибыли. Значит, прибыль будет вершиной дерева целей. Согласно формуле (1) формируются цели второго ранга, а формулам (2), (4), (5) – цели третьего ранга.

С целями третьего ранга взаимодействуют подсистемы ПЭСМ (рис. 2). Каждое воздействие пронумеровано и описывается соответствующей математической моделью.

Декомпозиция целей и систем может быть продолжена и таким образом может быть описан и оценен вклад отдельных подразделений, исполнителей, единиц техники в общую эффективность функционирования системы.

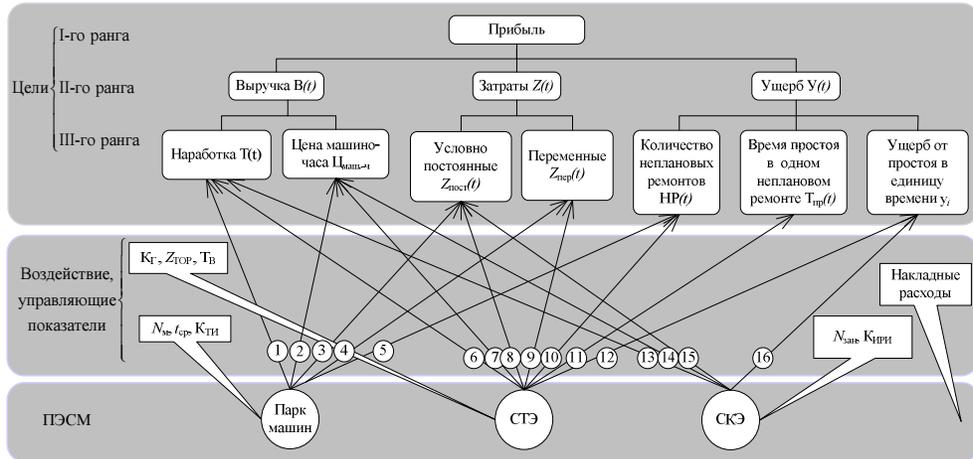


Рис. 2. Взаимодействие целей и подсистем ПЭСМ: СКЭ – система коммерческой эксплуатации; СТЭ – система технической эксплуатации; N – количество машин в парке; t_{cp} – средний возраст парка машин; $N_{зан}$ – количество занятых в работе машин; $K_{ТИ}(t)$ – коэффициент технического использования парка машин; $K_{ИРИ}$ – коэффициент использования исправных машин [4]; Z_{TOP} – затраты на техослуживания и ремонты; T_B – среднее время восстановления работоспособности машины после отказа

Опишем воздействия подсистем на цели третьего ранга.

На формирование наработки оказывают влияние:

- 1 – фонд рабочего времени парка машин ΣT_p , зависящий от количественного NM и возрастного состава парка t_{cp} , влияющего в свою очередь на коэффициент $K_{ТИ}(t)$ технического использования машин;
- 6 – мероприятия СТЭ по обеспечению работоспособности ПМ;
- 13 – мероприятия СКЭ по обеспечению ПМ фронтом работ.

Цена машино-часа определяется рыночными условиями и зависит от:

- 2 – степени уникальности предложения техники, т.е. соотношения «спрос/предложение»; качества услуги (соотношение «цена/качество»), связанного с техническим уровнем машины, мастерством машиниста;
- 7 – качества предлагаемой услуги, связанного с сервисом, например, скоростью доставки машины на объект, обеспечением бесперебойной работы;
- 14 – умения заинтересовать клиента, предлагая ему систему скидок (в интервале допустимого варьирования Цм-ч), дополнительные преимущества по сравнению с конкурентами и т.д.

Величина условно-постоянных затрат связана с:

- 3 – издержками на владение парка, причем по мере старения машины доля амортизационных отчислений, приходящая на единицу времени работы машины уменьшается;
- 8 – количеством ресурсов в стоимостном выражении, задействованных на обеспечение работоспособности ПМ;
- 15 – комплексом мероприятий по формированию оптимального по критерию «спрос/предложение» ПМ.

Условно-переменные затраты:

- 4 – растут по мере старения ПМ;
- 9 – связаны с организацией системы обеспечения работоспособности.

Количество unplanned repairs зависит от:

- 5 – качественного состава парка (возраст, качество приобретаемой техники);
- 10 – уровня совершенства СТЭ.

Продолжительность простоя в НР определяется (11) системой мероприятий по восстановлению работоспособности отказавшей техники и возобновлению работ на объекте.

Ущерб от простоев в единицу времени определяется:

- 12 – величиной затрат ресурсов на возобновление работ на объекте (восстановление работоспособности машин, предоставление резервной техники);
16 – формой ответственности за срыв работ, оговоренной при заключении договора аренды техники.

Схема взаимодействия целей и подсистем ПЭСМ позволяет наметить комплекс моделей, описывающих процесс формирования прибыли (табл. 1).

Таблица 1

Модели и методы решения задач обеспечения эффективности эксплуатации строительных машин

| Цель | Связи | Модели | Воздействие подсистемы | Методы решения |
|----------------------------|--------|--|------------------------|---|
| Наработка $T(t)$ | 1 | А. Старения машины. | ПМ, СТЭ | Математическое моделирование (ММ) |
| | | Б. Влияния СТЭ на возрастную динамику показателей машин | СТЭ | |
| | | Б. Формирования парка. | ПМ, СТЭ, СКЭ | |
| | 13 | Обеспечения фронта работ. | СКЭ | Маркетинговые технологии |
| | 6 | Обеспечения работоспособности | СТЭ | ММ |
| | 1,6,13 | Обобщающая модель формирования наработки | ПМ, СТЭ, СКЭ | ММ |
| $\text{Ц}_{\text{маш.-ч}}$ | 2 | Качества предлагаемой техники | ПМ | ММ влияния соотношения «цена/качество» на спрос |
| | 7 | Повышения качества услуг | СТЭ | Обеспечение бесперебойной работы |
| | 14 | Рентабельности | СКЭ | ММ, оценка допустимого интервала варьирования $\text{Ц}_{\text{м.ч}}$ |
| $Z_{\text{пост}}(t)$ | 3 | А. Старения машины | ПМ, СТЭ | ММ |
| | | Б. Формирования парка | ПМ, СТЭ, СКЭ | ММ |
| | 8 | Потребного количества ресурсов на обеспечение работоспособности ПМ | СТЭ | ММ |
| | 15 | Формирования парка | СКЭ | ММ оптимизации ПМ по критерию «спрос/предложение» |
| $Z_{\text{пер}}(t)$ | 4 | А. Старения машины | ПМ, СТЭ | ММ |
| | | Б. Формирования парка | ПМ, СТЭ, СКЭ | ММ |
| | 9 | Обеспечения работоспособности | СТЭ | ММ |
| НР(t) | 5 | А. Старения машины | ПМ, СТЭ | ММ |
| | | Б. Формирования парка | ПМ, СТЭ, СКЭ | ММ |
| | 10 | А. Влияния качества СТЭ на количество НР | СТЭ | ММ, совершенствование процессов СТЭ |
| $T_{\text{пр}}(t)$ | 11 | А. Организации процесса НР; Б. Восстановления работоспособности; В. Резервирования | СТЭ | ММ |
| y_i | 12 | А. Ущерба от простоев Б. Обеспечения возобновления работ на объекте | СТЭ | ММ |
| | 16 | Возмещения убытков заказчика техники от unplanned простоев | СКЭ | Юридически грамотное составление договоров |

Итак, намечены основные модели, необходимые для описания процессов обеспечения эффективности эксплуатации строительных машин. Рисунок 2 показывает, что наибольшим влиянием по количеству управляющих воздействий обладает СТЭ, т.е. воздействует на все подцели третьего ранга. Это только в явном виде. Имеет место также влияние опосредствованное, через воздействие на техническое состояние парка машин, который в свою очередь также влияет на подцели ПЭСМ.

Модель формирования наработки парка машин. Нарботка машин является главным источником выручки [формула (2)], и, следовательно, прибыли [формула (1)]. Для создания модели формирования наработки следует рассмотреть структуру календарного времени T машины (парка машин) (рис. 3) и влияние на составляющие этой структуры подсистем технической и коммерческой эксплуатации [5].

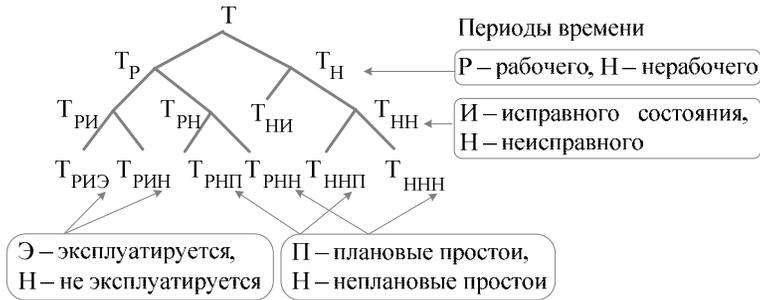


Рис. 3. Граф периодов времени пребывания машины в определенных состояниях в процессе эксплуатации: T – календарный фонд времени

Соотношение составляющих периодов времени позволяет вычислить ряд коэффициентов, характеризующих состояние парка машин, уровень его использования, а также работу служб технической и коммерческой эксплуатации:

$$K_{ТИ}(t) = \frac{T_{PI}(t)}{T_P} \quad \text{– технического использования;}$$

$$K_T(t) = \frac{T_{PI}(t)}{T_P - T_{PNP}(t)} \quad \text{– готовности;}$$

$$K_{ИРИ}(t) = \frac{T_{PIЭ}}{T_{PI}(t)} \quad \text{– использования исправных машин.}$$

Нарботка формируется под воздействием СТЭ и СКЭ (рис. 4). Рисунок 4 можно рассматривать как увеличенный фрагмент рисунка 2.

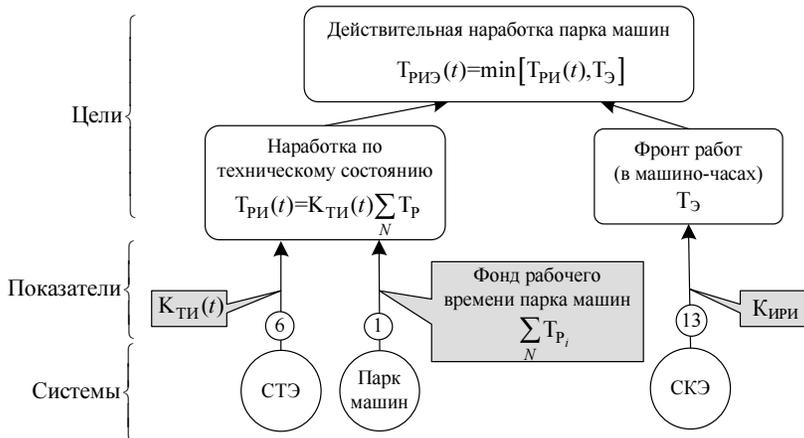


Рис. 4. Схема формирования наработки парка машин: T_{Pi} – фонд рабочего времени i -той машины; $T_{PI}(t)$ – период времени пребывания машин в исправном состоянии; $T_{PIЭ}(t)$ – период времени, в течение которого исправные машины эксплуатируются (не простаивают)

Модель влияния ущерба от внезапных отказов на эффективность функционирования машины. Рассмотрим модель формирования прибыли от работы машины за расчетный

период эксплуатации (например, месяц) (рис. 5). Затраты на unplanned repairs Z_{НР} для удобства анализа выделим отдельно от остальных затрат.

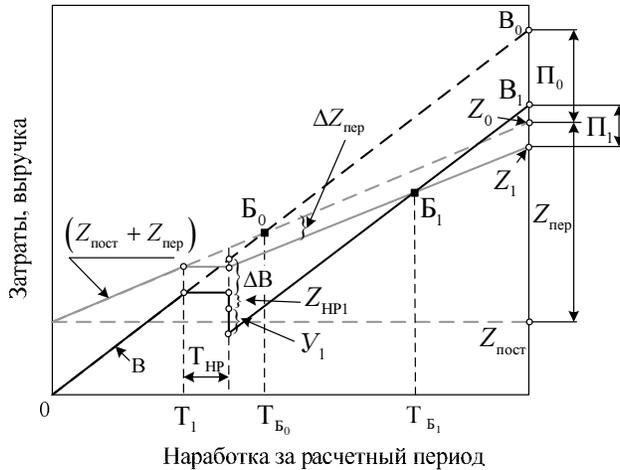


Рис. 5. Модель влияния внезапных отказов на прибыль восстанавливаемой системы:
 B_0, Z_0, Π_0 – выручка, затраты и прибыль в случае использования безотказной системы; B_1, Z_1, Π_1 – выручка, затраты и прибыль в случае возникновения одного внезапного отказа за расчетный период; T_1 – момент возникновения внезапного отказа; $T_{НР}$ – время простоя машины в unplanned ремонте (включает также время ожидания ремонта); ΔB и $\Delta Z_{пер}$ – потери выручки и снижение переменных затрат вследствие простоя в $НР$; $Z_{НР1}$ – затраты на проведение $НР$; Y_1 – экономический ущерб от простоя в одном $НР$; B_0 и B_1 – точки безубыточности в случае отсутствия отказов и в случае возникновения одного внезапного отказа за расчетный период;
 T_{B0} и T_{B1} – соответствующие точкам пороговые наработки 4

Большинство величин, показанных на графике, определяются по зависимостям, приведенным выше. Остальные величины могут быть рассчитаны по формулам:

$$B_0 = C_{\text{маш.-ч}} \cdot T_P; \quad (6)$$

где T_P – фонд рабочего времени за расчетный период;

$$\Delta B = C_{\text{маш.-ч}} \cdot T_{НР}; \quad (7)$$

$$Z_0 = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}}; \quad (8)$$

$$\Delta Z_{\text{пер}} = z_{\text{пер}} \cdot T_{НР}; \quad (9)$$

$$Y_1 = y \cdot T_{НР}; \quad (10)$$

$$\Pi_0 = B_0 - Z_0; \quad (11)$$

выручка, затраты и прибыль при n -ном количестве $НР$:

$$B_n = B_0 - \Delta B n - Z_{НР1} n - Y_1 n = B_0 - C_{\text{маш.-ч}} \left| T_{B1} - T_{B0} \right|; \quad (12)$$

⁴ Пороговая наработка обеспечивает окупание затрат на расчетный период.

$$Z_n = Z_0 - \Delta Z n; \quad (13)$$

$$\Pi_n = B_n - Z_n, \quad (14)$$

где n – количество НР за расчетный период; Z – переменная составляющая затрат, входящих в себестоимость машино-часа; y – часовой экономический ущерб от unplanned простоев.

Рентабельность эксплуатации машины при n -ном количестве НР должна быть не меньше нормативного значения R_H :

$$R_n = \Pi_n / Z_n \geq R_H \quad (15)$$

Отсюда можно найти максимальное количество НР, при котором машина будет оставаться рентабельной, а также другие характеристики надежности (см. [3]). А, так как НР является функцией возраста t машины, то можно определить и экономически целесообразный срок ее службы.

Результаты системного анализа ПЭСМ, представленные в моделях формирования эффективности, показывают направления совершенствования работы предприятия и позволяют аналитически рассчитать эффект от проводимых мероприятий повышения работоспособности машин.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта «Разработка методики формирования структурных элементов транспортной системы по экономическим и надежностным критериям (на примере парков транспортно-технологических машин)», проект № 15-02-00512.

4. Выводы

Структура организации должна обеспечивать максимум желаемого эффекта. Так как прибыль приносят работающие машины, то деятельность всех членов ПЭСМ должна быть направлена на достижение максимальной наработки парка машин при минимальных затратах ресурсов.

Эффективное функционирование системы можно достигнуть только в том случае, если цели подсистем более низкого уровня будут согласованы с целями подсистем более высокого уровня. В связи с ветвлением системы от высших уровней к более низким возникает иерархия целей и подчинение низших целей высшим (дерево целей).

Соотношение составляющих периодов времени позволяет вычислить ряд коэффициентов, характеризующих состояние парка машин, уровень его использования, а также работу служб технической и коммерческой эксплуатации.

Рентабельность эксплуатации машины при n -ном количестве НР должна быть не меньше нормативного значения R_H .

Литература

- [1] Repin S., Evtjukov S., Renewal Methods of Construction Machinery According to Technical and Economic Indicators (Metodika formirovaniya parka transportno-tekhnologicheskikh mashin po tekhniko-ekonomicheskim pokazatelyam), Applied Mechanics and Materials 2015, 725-726, 990-995, (10.4028/www.scientific.net/AMM.725-726.990).
- [2] Optimizing the service life of plant machinery and vehicles using information system for management of engineering status / S. Repin, S. Evtjukov, J. Rajczyk, Architecture and Engineering 2016, 1(2), <http://aej.spbgasu.ru/index.php/AE/issue/view/Issue/4/4>.
- [3] Repin S.V., Yevtyukov S.A., Metody upravleniya rentabel'nost'yu predpriyatiya, Stroitel'nyye i dorozhnyye mashiny 2005, 12, 33-37.
- [4] Repin S.V., Optimizatsiya pokazateley nadezhnosti stroitel'nykh mashin v ekspluatatsii, Stroitel'nyye i dorozhnyye mashiny 2006, 5, 28-31.

- [5] Repin S.V., Optimizatsiya vozrastnoy struktury parka stroitel'nykh mashin, Stroitel'nyye i dorozhnyye mashiny 2006, 9, 28–31.
- [6] Prudovskiy B.D., Ukharskiy V.B., Upravleniye tekhnicheskoy ekspluatatsiyey avtomobiley po normativnym pokazatelyam, Transport, M.: 1990, 240 s.
- [7] Edel'man V.I., Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem: ekonomicheskaya otsenka, Ekonomika, M.: 1988, 152 s.
- [8] Bujaczek R., Agricultural machines maintenance and repair services in western pomerania / Bujaczek R., Sławiński K., Grieger A., Technical Sciences 2013, 16(1), 13–18, [http://www.uwm.edu.pl/wnt/technicalsc/tech_16_1/b02.pdf].
- [9] Makhutov N., Integrated diagnostics of limit states and early warning of emergency conditions of structures / Makhutov N., Fomin A., Ivanov V., Permyakov V., Vasil'ev I. // Journal of Machinery Manufacture and Reliability 2013, 42, 2, 109–113.
- [10] Pavlov V., Calculating reliability indices under the conditions of an alternating operating regime, Journal of Machinery Manufacture and Reliability 2012, 41, 5, 431–434.
- [11] Trukhanov M., New approach to calculating the desired reliability of complex systems of special movable facilities, Journal of Machinery Manufacture and Reliability 2008, 37, 5, 530–533.
- [12] Matvienko G., Modeling and fracture criteria in current problems of strength, survivability and machine safety, Journal of Machinery Manufacture and Reliability 2014, 43, 3, 242–249.

The process of modeling the operational efficiency of transport and technological machines

ABSTRACT:

Efficiency as a general description of the ownership of any system from the cognitive point of view is defined as the way of reaching a goal with an objectively expressed degree including expenditures for energy, technical and time resources. A given material uses the method of testing the effectiveness of the system by analyzing the target structure resulting from the determination and participation of the impact to assess the main goal in the entire structure of all elements of the system.

KEYWORDS:

efficiency of using transport and technological machines; analysis of the goal's path