

УДК 625.8

А. Н. Максименко, канд. техн. наук, доц., Д. Ю. Макацария, В. В. Кутузов,  
Е. В. Кутузова, Е. В. Зезюлина

## ВЛИЯНИЕ НАРАБОТКИ С НАЧАЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье рассматриваются вопросы оценки эффективности использования строительных и дорожных машин (СДМ) с учетом изменения трудоемкости, себестоимости машиночаса  $C_{мч}$  и планово-расчетной цены (ПРЦ) в зависимости от их наработки с начала эксплуатации и использования информационных технологий. Предложена методика определения себестоимости машиночаса эксплуатации СДМ с учетом изменений трудоемкости и затрат на поддержание и восстановление их работоспособности.

Одним из основных показателей эффективности использования СДМ являются трудоемкость на поддержание и восстановление их работоспособности, себестоимость машиночаса, которые значительно изменяются в процессе наработки с начала эксплуатации. Эти изменения связаны со снижением годовой наработки из-за увеличения простоев в ремонтах и трудоемкости на поддержание и восстановление работоспособности СДМ. Потери времени на техническое обслуживание (ТО) и ремонты составляют 5–30 % годового фонда рабочего времени. Меньшее значение соответствует новой машине (наработка до 2000 моточасов), большее соответствует наработке, превышающей 0,5 ее ресурса. При этом трудоемкость и потребность в запчастях на поддержание и восстановление работоспособности на 1000 моточасов изменяется в 5–6 раз в процессе ее наработки с начала эксплуатации [5]. В соответствии с используемой методикой [1] себестоимость машиночаса СДМ не учитывает этих изменений и определяется по формуле

$$C_{мч} = Z_{зп} + Z_{эн} + Z_{ос} + Z_{пб} + Z_a + Z_{тор},$$

где  $Z_{зп}$  – заработная плата машинистов, р./маш.-ч;  $Z_{эн}$  – затраты на энергоносители и смазочные материалы, р./маш.-ч;  $Z_{ос}$  – затраты на сменную оснастку, р./маш.-ч;  $Z_{пб}$  – затраты на перебазирование, р./маш.-ч;  $Z_a$  – амортизационные отчисления, р./маш.-ч;  $Z_{тор}$  – затраты на техническое обслуживание и ремонты, р./маш.-ч.

Все составляющие себестоимости 1 маш.-ч этой зависимости можно представить двумя подгруппами: первая включает составляющие  $Z_{зп}$ ,  $Z_{эн}$ ,  $Z_{ос}$ ,  $Z_{пб}$ , которые, как правило, не изменяются в процессе увеличения наработки машины; вторая, соответственно,  $Z_a$ ,  $Z_{тор}$ , изменяющиеся с ростом наработки машины.

Составляющие  $C_{мч}$  первой подгруппы можно определять в соответствии с [1], а  $Z_a$  и  $Z_{тор}$  вычислять с учетом наработки машины с начала эксплуатации.

Сумма годовых амортизационных отчислений  $Z_{га}$  определяется по известной методике по формуле

$$Z_{га} = \frac{C \cdot N_a}{100} \cdot K_{ин},$$

где  $C$  – балансовая стоимость техники с учетом переоценок, р.;  $N_a$  – норма амортизационных отчислений, %;  $K_{ин}$  – коэффициент изменения нормы амортизационных отчислений в зависимости от условий эксплуатации, режимов работы и других условий (ускоренная или замедленная амортизация).

Амортизационные отчисления на 1 маш.-ч рабочего времени определяются с учетом количества часов рабочего времени  $T_ч$  в год или сезон:

$$Z_a = \frac{Z_{га}}{T_ч},$$

Годовое количество рабочего времени с учетом процесса старения СДМ можно определять по формуле

$$T_{\text{ч}} = D \cdot K_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}},$$

где  $K_{\text{см}}$  – коэффициент сменности;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;  $D$  – количество рабочих суток в году.

Количество рабочих суток в году определяется исключением из календарного времени года числа суток перерывов и простоев машины по всем причинам:

$$D = D_{\text{к}} - (D_{\text{в}} + D_{\text{пб}} + D_{\text{м}} + D_{\text{н}} + D_{\text{о}} + D_{\text{рем}} + V_{\text{к}}),$$

где  $D_{\text{к}}$  – количество календарных дней в году;  $D_{\text{в}}$  – количество выходных и праздничных дней;  $D_{\text{пб}}$  – количество дней на перебазирование, монтаж и демонтаж СДМ;  $D_{\text{м}}$  – количество дней перерывов по неблагоприятным метеоусловиям;  $D_{\text{н}}$  – количество дней непредвиденных перерывов в работе машин;  $D_{\text{о}}$  – количество дней, затраченное на ожидания ремонта, доставку на ремонтное предприятие и обратно;  $D_{\text{рем}}$  – количество дней нахождения СДМ в технических обслуживаниях и текущих ремонтах (ТР);  $V_{\text{к}}$  – количество дней нахождения машины в капитальном ремонте (КР), включается только в год его проведения.

Количество суток перерывов и простоев по всем видам  $D_{\text{п}}$ , кроме  $D_{\text{рем}}$ , не зависит от наработки и определяется по известной методике [1–3].

Простой СДМ в технических обслуживаниях и текущих ремонтах предлагается определить по формуле

$$D_{\text{рем}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{п}}) \cdot (1 - K_{\text{ти}}) \cdot K_{\text{п}},$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент перехода сменного рабочего времени к моточасам, определяется статистической обработкой внутрисменного использования машины по времени;  $K_{\text{ти}}$  – коэффициент технического использования, определяется с учетом наработки СДМ с начала эксплуатации по методике, изложенной ранее [4, 5].

Затраты на ТО, текущий и капитальный ремонты определяются по формуле

$$Z_{\text{тор}} = K_{\text{ц}} \cdot (Z_{\text{зар}} + Z_{\text{мат}} + Z_{\text{прм}}) + Z_{\text{к}},$$

где  $K_{\text{ц}}$  – коэффициент цеховых затрат при производстве ТО и текущего ремонта,  $K_{\text{ц}} = 1,1$ ;  $Z_{\text{зар}}$  – заработная плата рабочих, занятых ТО и текущим ремонтом, р./маш.-ч;  $Z_{\text{мат}}$  – затраты на запасные части, ремонтные материалы и энергоносители, р./маш.-ч;  $Z_{\text{прм}}$  – затраты на эксплуатацию передвижной ремонтной мастерской (ПРМ) при проведении ТО и ремонта на объекте, р./маш.-ч;  $Z_{\text{к}}$  – затраты на капитальный ремонт, р./маш.-ч.

Затраты на заработную плату определяются трудоемкостью работ и средним тарифным разрядом ремонтных рабочих:

$$Z_{\text{зар}} = T_{\text{р тор}} \cdot \frac{C_{\text{м1р}} \cdot K_{\text{гтор}}}{T_{\text{мрв}}} \cdot K_{\text{пр}},$$

где  $T_{\text{р тор}}$  – трудоемкость работ на технические обслуживания и текущие ремонты, чел.-ч;  $C_{\text{м1р}}$  – месячная тарифная ставка первого разряда, действующая в организации, р.;  $K_{\text{гтор}}$  – тарифный коэффициент ремонтных рабочих;  $T_{\text{мрв}}$  – среднемесячное рабочее время, ч;  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент премиальных доплат.

Трудоемкость и стоимость запасных частей для поддержания и восстановления работоспособности машин в планируемом году определяются по карточке учета их эксплуатации. При отсутствии этой информации суммарная трудоемкость ТО, текущего ремонта и сезонного обслуживания (СО) рассчитывается по формуле

$$T_{\text{р тор}} = \left( \frac{K_{\text{то1}} \cdot T_{\text{р то1}} + K_{\text{то2}} \cdot T_{\text{р то2}} + K_{\text{т}} \cdot T_{\text{р т}}}{T_{\text{к}}} + \frac{2 \cdot T_{\text{р со}}}{T_{\text{ч}} \cdot K_{\text{п}}} \right) \cdot \frac{K'_{\text{ти}}}{K_{\text{ти}}},$$

где  $K_{\text{то1}}$ ,  $K_{\text{то2}}$ ,  $K_{\text{т}}$  – количество ТО–1, ТО–2 и текущего ремонта в межремонтном цикле соответственно;  $T_{\text{р то1}}$ ,  $T_{\text{р то2}}$ ,  $T_{\text{р т}}$ ,  $T_{\text{р со}}$  – нормативная трудоемкость ТО-1, ТО-2, Т, СО, чел.-ч;  $T_{\text{к}}$  – пе-

риодичности проведения капитального ремонта, моточас;  $K'_{ти}$  – среднее значение коэффициента технического использования:

$$K'_{ти} = \frac{T_k}{T_k + K_{то1} \cdot V_{то1} + K_{то2} \cdot V_{то2} + K_T \cdot V_T},$$

где  $V_{то1}$ ,  $V_{то2}$ ,  $V_T$  – продолжительность проведения ТО–1, ТО–2 и Т соответственно, ч.

Затраты на запасные части и ремонтные материалы определяются по формуле

$$Z_{мат} = Z_{зар} \cdot K_{мат} \cdot I_i \cdot K_T,$$

где  $K_{мат}$  – коэффициент перехода от основной заработной платы ремонтных рабочих к стоимости запасных частей и ремонтных материалов;  $I_i$  – индекс перехода к текущим ценам;  $K_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (принимается в размере 1,07, т. е. 7 %).

С учетом себестоимости машиночаса планово-расчетная цена (ПРЦ) определяется в соответствии с методикой [1] по формуле

$$ПРЦ = C_{мч} + N_p + \Pi_n + \Pi_3 + N,$$

где  $N_p$  – накладные расходы;  $\Pi_n$  – плановые накопления;  $\Pi_3$  – прочие затраты;  $N$  – налоги и отчисления.

Накладные расходы определяются по формуле

$$N_p = Z_b \cdot \frac{K_{нр}}{100} \cdot I_{нр} \cdot 0,996,$$

где  $Z_b$  – зарплата в базовом году, р.;  $K_{нр}$  – процент начисления накладных расходов от заработной платы;  $I_{нр}$  – индекс роста накладных расходов по отношению к базовому году (нормативные документы).

Заработная плата в накладных расходах определяется по формуле

$$ЗП_{нр} = N_p \cdot \frac{K_{зпн}}{100},$$

где  $K_{зпн}$  – процент заработной платы в накладных расходах.

Плановые накопления определяются по формуле

$$\Pi_n = Z_b \cdot \frac{K_{пн}}{100} \cdot I_{пн} \cdot 0,96,$$

где  $K_{пн}$  – процент начисления плановых накоплений от заработной платы,  $K_{пн} = 150,53$  %;  $I_{пн}$  – индекс роста плановых накоплений по отношению к базовому году (нормативные документы).

Заработная плата в плановых накоплениях определяется по формуле

$$ЗП_{пн} = \Pi_n \cdot \frac{K_{зпн}}{100},$$

где  $K_{зпн}$  – процент заработной платы в плановых накоплениях.

Прочие затраты определяются по формуле

$$\Pi_3 = D_{от} + V_{л} + C_{нс},$$

где  $D_{от}$  – дополнительные отпуска, р.;  $V_{л}$  – выслуга лет, р.;  $C_{нс}$  – обязательное страхование от несчастных случаев, р.

Начисления дополнительного отпуска определяются по формуле

$$D_{от} = З_{зп} \cdot \frac{K_{до}}{100},$$

где  $З_{зп}$  – заработная плата машинистов;  $K_{до}$  – процент начисления дополнительного отпуска.

Выплаты за выслугу лет определяются по формуле

$$V_{л} = З_{зп} \cdot \frac{K_{вл}}{100},$$

где  $З_{зп}$  – заработная плата машинистов;  $K_{вл}$  – процент начисления выплат за выслугу лет.

Обязательное страхование от несчастных случаев определяется по формуле

$$C_{нс} = (З_{зп} + З_{зар} + З_{кзар} + З_{зпнб} + ЗП_{нр} + ЗП_{пн}) \cdot \frac{K_{ос}}{100},$$

где  $З_{зп}$  – заработная плата машинистов;  $З_{зар}$  – заработная плата рабочих, занятых ТО и ТР, р./маш.-ч;  $З_{кзар}$  – заработная плата рабочих, занятых КР, р./маш.-ч;

$Z_{зппб}$  – заработная плата машиниста техники за время перебазирования, р.;  $Z_{пнр}$  – заработная плата в накладных расходах;  $Z_{пнн}$  – заработная плата в плановых накоплениях;  $K_{ос}$  – процент начисления обязательного страхования от несчастных случаев.

В плано-расчетную цену 1 маш.-ч эксплуатации строительных машин включаются все виды налогов, действующих в Республике Беларусь, согласно нормативным документам. Налоги и отчисления определяются по формуле

$$H = \mathcal{E}_н + I_\phi + C_{им} + C_{соц} + H_{сх},$$

где  $\mathcal{E}_н$  – экологический налог, р.;  $I_\phi$  – отчисления в инновационный фонд, р.;  $C_{им}$  – обязательное страхование имущества, р.;  $C_{соц}$  – отчисления на социальное страхование, р.;  $H_{сх}$  – с.-х. налог, р.

Отчисления в инновационный фонд определяются по формуле

$$I_\phi = (C_{мч} + H_p + P_n) \cdot \frac{K_{иф}}{100},$$

где  $H_p$  – накладные расходы;  $P_n$  – плановые накопления;  $K_{иф}$  – процент выплат в инновационный фонд.

Отчисления на социальное страхование определяются по формуле

$$C_{соц} = (Z_{зп} + Z_{тзар} + Z_{кзар} + Z_{зппб}) \cdot \frac{K_{сс}}{100},$$

где  $K_{сс}$  – процент начисления на социальное страхование.

Сельскохозяйственный налог определяется по формуле

$$H_{сх} = (Z_{зп} + Z_{тзар} + Z_{кзар} + Z_{зппб}) \cdot \frac{K_{сх}}{100},$$

где  $K_{сх}$  – процент начисления с.-х. налога.

Плано-расчетная цена машиночаса с налогами определяется по формуле

$$ПРЦ_n = ПРЦ + E_n + НДС,$$

где  $E_n$  – единый платёж в местные и республиканские фонды:

$$E_n = ПРЦ \cdot \frac{K_{еп}}{100 - K_{еп}},$$

где  $K_{еп}$  – процент начисления единого платежа.

НДС определяется по формуле

$$НДС = (ПРЦ + E_n) \cdot \frac{K_{ндс}}{100},$$

где  $K_{ндс}$  – процент начисления НДС.

Определение  $C_{мч}$  и ПРЦ для каждой машины парка с использованием информационных технологий возможно в соответствии с предложенным алгоритмом (рис. 1). В основу его создания положены предложения авторов и существующая методика определения  $C_{мч}$  и ПРЦ. Алгоритм реализован с использованием языка программирования Delphi с определением  $C_{мч}$  и ПРЦ с учетом и без учета старения СДМ.

На рис. 1 приняты следующие обозначения:  $H_\phi$  – наработки с начала эксплуатации или после капитального ремонта;  $A_1$  и  $A_2$  – эмпирические коэффициенты для каждого типа машины;  $K_{тм}$  – тарифный коэффициент машинистов, управляющих строительной техникой;  $R_m$  – число машинистов, управляющих строительной техникой;  $K_{со}$  – коэффициент перехода от стоимости топлива к стоимости смазочных материалов;  $Z_{эд}$ ,  $Z_{эз}$ ,  $Z_{эг}$ ,  $Z_{эб}$  – затраты на энергоносители на 1 маш.-ч для машин, работающих на дизельном топливе, для техники с электродвигателями, для техники, использующей газ, с бензиновым двигателем соответственно, р.;  $L$  – среднее расстояние перебазирования до объекта, км;  $H_{двд}$  – линейная норма расхода дизельного топлива при движении на 100 км (самходные машины), л;  $T_{дв}$  – время, затраченное механизмом на перебазировку, ч;  $H_{эд}$  – норма расхода дизельного топлива, л/единицу времени работы машины под нагрузкой;  $\Pi_d$  – цена дизельного топлива, р./л;  $K_{общ}$  – суммарный коэффициент, учитывающий изменение норм расхода топлива;  $\Pi_э$  – тариф 1 кВт·ч электроэнергии с учетом валютного коэффициента, р./кВт·ч;  $n$  – число электродвигателей;

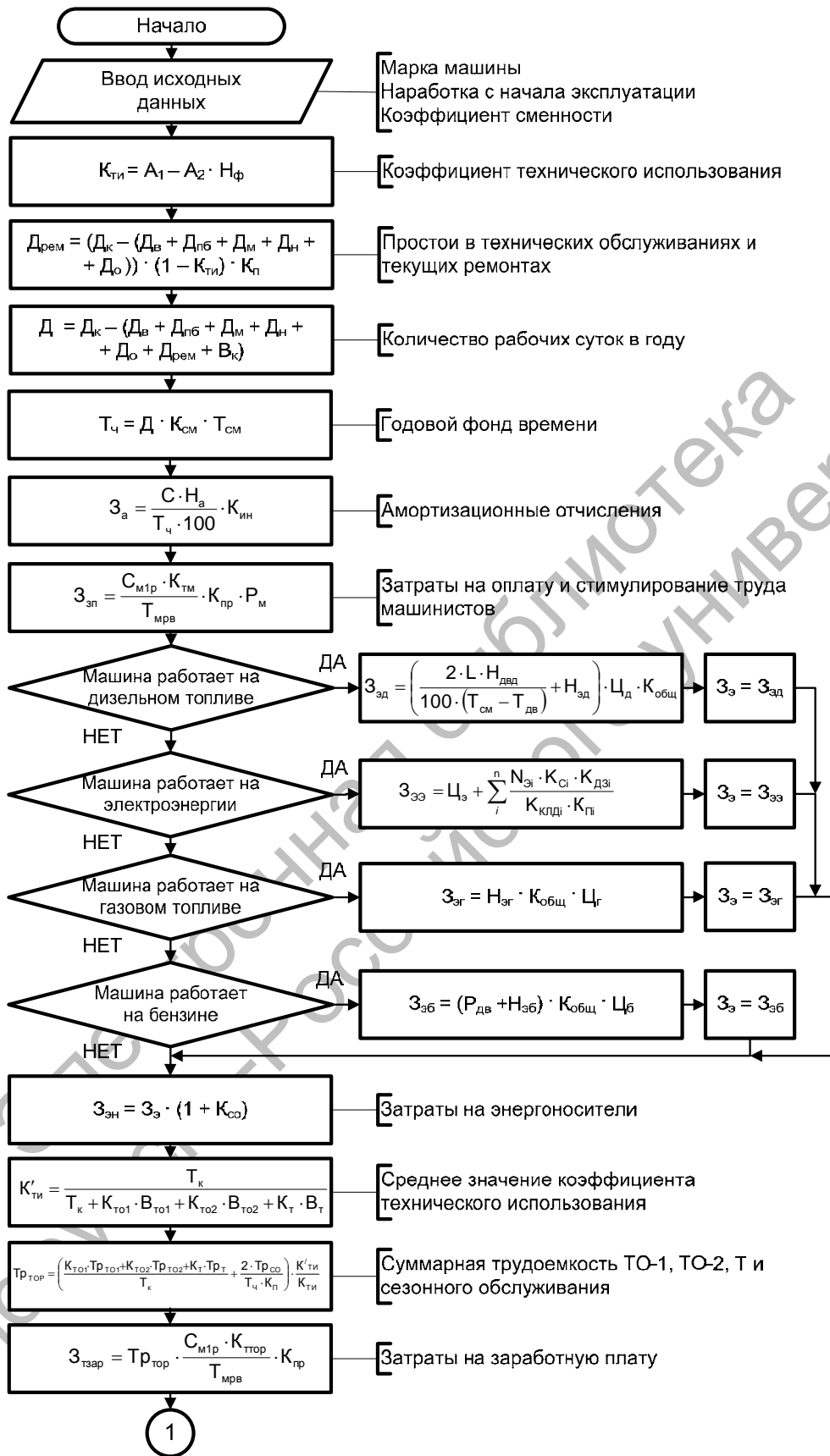
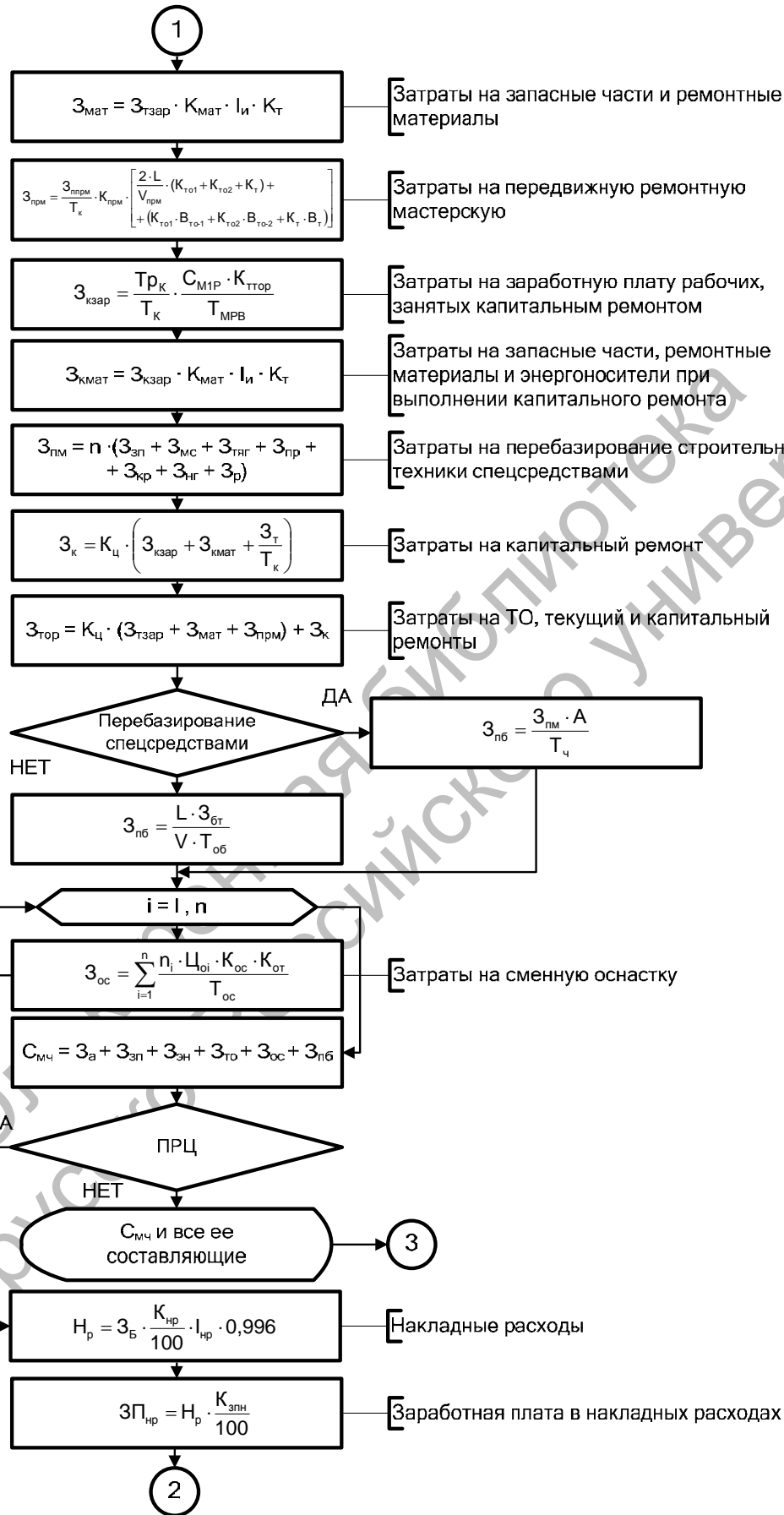
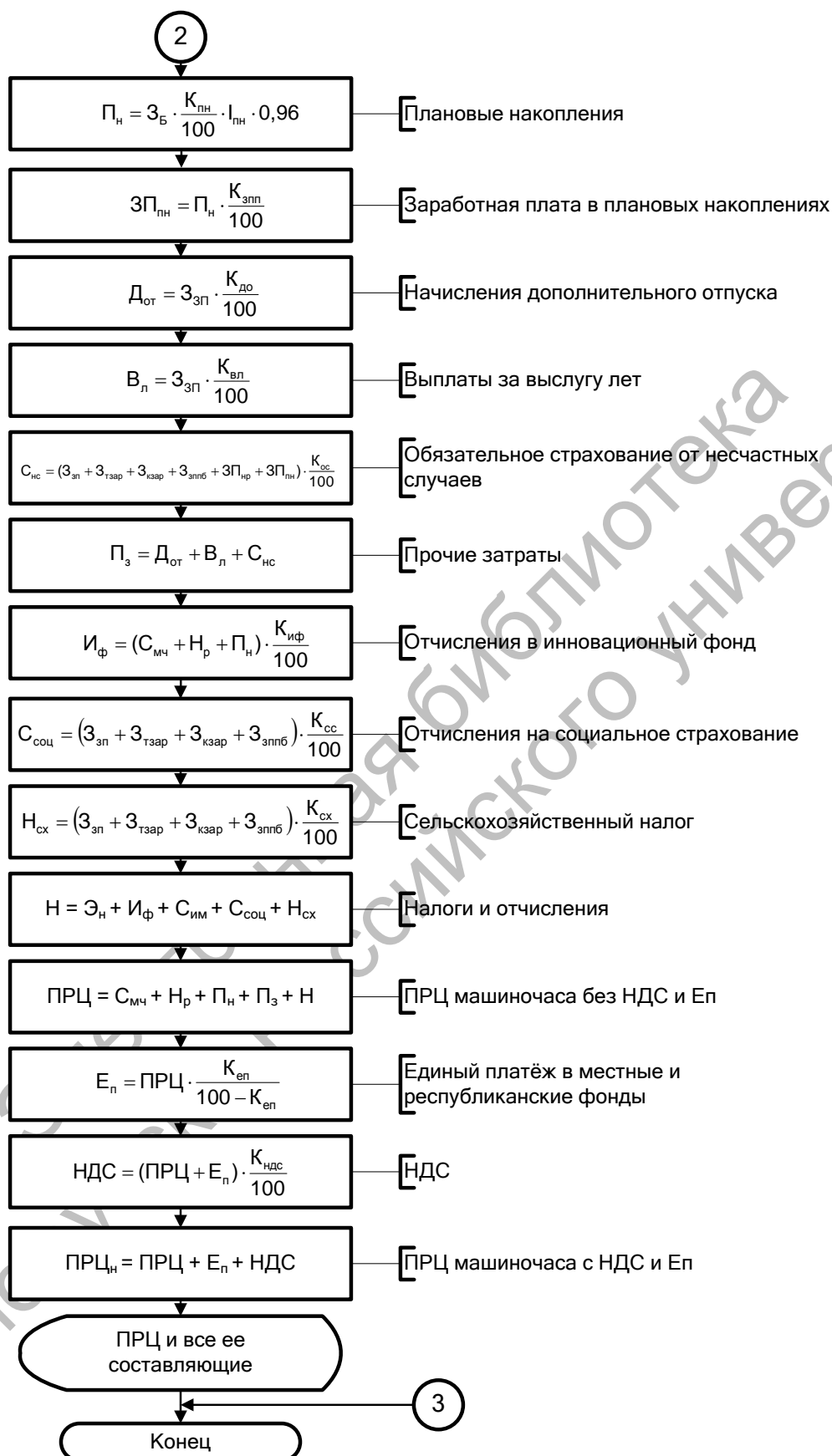


Рис. 1. Алгоритм определения себестоимости и ПРЦ машиночаса СДМ с учетом их наработки с начала эксплуатации



Продолжение рис. 1



Окончание рис. 1

$N_{эi}$  – номинальная мощность каждого двигателя (паспортные данные), кВт;  $K_{эi}$  – коэффициент нагрузки электродвигателя;  $K_{дзи}$  – коэффициент дополнительных затрат (освещение рабочих мест, сигнализация);  $K_{кпдi}$  – КПД электродвигателя по паспорту;  $K_{пi}$  – поправочный коэффициент на КПД,  $K_{пi} = 0,9-0,95$ ;  $N_{эг}$  – норма расхода газа на 1 маш.-ч, л;  $Ц_{г}$  – цена газа на день разработки, р./л;  $P_{дв}$  – расход бензина при перебазировке самоходной техники, приходившийся на 1 маш.-ч работы, л/маш.-ч;  $N_{б}$  – норма расхода бензина на 1 маш.-ч в летнее время, л;  $Ц_{б}$  – цена бензина соответствующей марки на день разработки, р./л;  $V_{прм}$  – средняя скорость движения машины технической помощи, км/ч;  $Z_{зар}$  – заработная плата рабочих, занятых капитальным ремонтом, р./маш.-ч;  $Z_{мат}$  – затраты на запасные части, ремонтные материалы и энергоносители, р./маш.-ч;  $Z_{т}$  – затраты на транспортировку техники в капремонт, р.;  $Tr_{к}$  – нормативная трудоемкость капремонта, чел.-ч;  $n_i$  – количество сменной оснастки данного вида на машине, м (шт.);  $Ц_{oi}$  – цена соответствующей единицы сменной оснастки, р.;  $K_{ос}$  – коэффициент, учитывающий затраты на доставку сменной оснастки,  $K_{ос} = 1,07$ ;  $K_{от}$  – коэффициент, учитывающий затраты на установку сменной оснастки,  $K_{от} = 1,02$ ;  $T_{ос}$  – нормативный срок службы сменной оснастки;  $Z_{от}$  – прямые затраты перебазируемой машины без затрат на энергоносители и сопутствующие материалы, р./маш.-ч;  $V$  – средняя скорость передви-

жения самоходных машин, км/ч;  $T_{об}$  – время эксплуатации строительной машины на объекте в течение суток, маш.-ч;  $Z_{пм}$  – затраты на перебазирование строительной техники спецсредствами, р.;  $A$  – среднестатистическое количество перебазирования техники в год по данным предшествующих лет.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по разработке планово-расчетных цен на работу машин и механизмов при производстве строительно-монтажных работ. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва, 2000. – 70 с.
2. Механизация строительства. Годовые режимы работы строительных машин. МДС. 12–13–2003. – М. : ГУП ЦПП, 2003. – 16 с.
3. **Вавилов, А. В.** Экономическое проектирование технологических машин строительного комплекса : монография / А. В. Вавилов, Д. В. Маров, А. Я. Котлобай ; под общ. ред. А. В. Вавилова. – Минск : Стринко, 2003. – 102 с.
4. **Максименко, А. Н.** Определение планируемого годового режима строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария, В. В. Васильев // Грузовик &. – 2006. – № 4. – С. 52–54.
5. Планирование строительного производства с учетом наработки применяемых машин и использованием информационных технологий / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2007. – № 2 (11). – С. 42–49.
6. Рекомендации по совершенствованию технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин с учетом целесообразности их эксплуатации на любом этапе с начала использования. – Минск : БелдорНИИ, 2009. – 90 с.

Белорусско-Российский университет  
Белорусский государственный университет  
Материал поступил 15.12.2008

**A. N. Maksimenko, D. Y. Makazarija,  
V. V. Kutuzov, E. V. Kutuzova, E. V. Zezjulina**  
**Influence of the operating time from the  
beginning of operation of building and  
road machines on parameters of efficiency  
of their use**

Questions of estimation of building and road machine use efficiency are considered in the article taking into consideration change of labour input, the cost price of operation hour and the scheduled - calculated price depending on their operating time from the beginning of operation and use of information technologies. The technique of the cost price estimation of machine hour of operation of machines is offered in the paper. Labour input changes and expenses for maintenance and restoration of their serviceability have been taken into account.