

УДК 65.012.2

М.А. Бражников, Е.Г. Сафронов

МОДЕЛИРОВАНИЕ АМОРТИЗАЦИОННОГО ПЕРИОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

M.A. Brazhnikov, E.G. Safronov

MODELLING OF THE MANUFACTURING EQUIPMENT SERVICE LIFE

Рассмотрены основные подходы к определению срока полезного использования технологического оборудования. Определены ключевые факторы формирования модели. Обоснован период амортизации основных производственных фондов.

СТРУКТУРА РЕМОНТНОГО ЦИКЛА. КАТЕГОРИЯ РЕМОНТНОЙ СЛОЖНОСТИ. ВИДЫ РЕМОНТА. МОДЕЛИРОВАНИЕ.

The basic approaches to determining the useful life of the manufacturing equipment are considered. The key factors of the model formation are determined. The period of depreciation of the basic production assets is substantiated.

THE STRUCTURE OF THE REPAIR CYCLE. THE CATEGORY OF THE REPAIR COMPLEXITY. TYPES OF THE REPAIRS. MODELLING.

В системе инструментов управления промышленным предприятием большое значение имеет обоснование срока эффективного использования основных средств производства, который определяет величину эксплуатационных затрат (как материальных, так и трудовых) и производительность технологического оборудования.

Анализ литературных источников показал, что существуют различные методы определения срока службы основных производственных фондов:

– определение срока службы на основе затрат на капитальные ремонты (средство труда служит до тех пор, пока стоимость капитального ремонта не превысит (достигнет) его первоначальной стоимости) [1, с. 51];

– расчет амортизационного периода исходя из количества продукции или объема работ в результате использования объекта [2, с. 120];

– выбор срока эксплуатации с учетом ряда факторов (темпов и направлений технического прогресса, возможностей производственного аппарата по выпуску новой техники, соотношения между потребностями и ресурсами в различных видах основных средств) [3, с. 113].

Фактический средний возраст оборудования в промышленности значительно превышает его нормативный срок службы, что сказывается на повышении удельного веса старого оборудования.

Длительный срок службы средств труда ведет к установлению низких нормативов амортизационных отчислений. В этом случае затягивается обновление основных фондов [4, с. 230] и увеличиваются расходы на поддержание их в работоспособном состоянии [5], что негативно сказывается на конкурентоспособности предприятия, а также на уровне технического развития производства в целом.

По мнению Р.З. Акбердина [6, с. 7–8], капитальный ремонт не целесообразен, если затраты на него становятся экономически неэффективными. После каждого капитального ремонта ухудшаются технико-эксплуатационные и экономические показатели машин. Например, физическая долговечность металлорежущих станков сокращается на 10–15 %, а производительность – на 5–10 %. На капитальном ремонте в различных отраслях ежегодно простаивает 10–25 % парка машин и оборудования.

Согласно исследованиям Д.М. Палтеровича [7, с. 19–20] одной из важных задач воспроизводства парка оборудования является сближение периодов физического и морального износа. Проведенный им анализ металлорежущих станков, кузнечно-прессовых машин и других агрегатов показал, что моральный износ наступает вдвое быстрее физического.

По результатам расчетов Н.С. Сачко [8, с. 58–66] минимальные суммарные затраты, связанные с погашением стоимости машины, ее содержанием и ремонтом, имеют место при ее эксплуатации в течение 4,5 лет, после чего они заметно увеличиваются.

Срок полезного использования объекта определяется в соответствии с требованиями классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы [9].

В целях обоснования срока службы оборудования необходимо провести процесс моделирования с учетом влияния следующих факторов:

– первоначальная стоимость технологического оборудования;

- метод начисления амортизации;
- величина годовых амортизационных отчислений;
- структура ремонтного цикла;
- категория ремонтной сложности;
- стоимость проведения работ по всем видам ремонта;
- динамика затрат на проведение ремонтных работ.

В качестве анализируемых объектов выбрано технологическое оборудование (типовые представители ОАО «Волгабурмаш», ОАО «Авиаагрегат», ЗАО «Нефтемаш») пятой амортизационной группы со сроком полезного использования от 7 до 10 лет включительно (см. таблицу).

Динамика затрат на ремонт и остаточной стоимости оборудования

Год	Вид ремонта	Затраты на ремонт	Линейный метод амортизации		Метод суммы числа лет		Метод снижающегося остатка	
			K_t	F_t	K_t	F_t	K_t	F_t
Хонинговальный станок 3Е820								
Категория ремонтной сложности: 9,5 (механической части), 27,0 (электрической части)								
Первоначальная стоимость – 332 100 р.								
1	1-й МР	13 020	298 890	311 910	271 718	284 738	265 680	278 700
2	2-й МР	26 039	265 680	291 719	217 375	243 414	212 544	238 583
3	1-й СР	91 138	232 470	323 608	169 069	260 207	170 035	261 173
4	3-й МР	104 158	199 260	303 418	126 802	230 959	136 028	240 186
5	4-й МР	117 177	166 050	283 227	90 573	207 750	108 823	226 000
6	2-й СР	182 276	132 840	315 116	60 382	242 658	87 058	269 334
7	5-й МР	195 296	99 630	294 926	36 229	231 525	69 646	264 942
8	КР	351 532	66 420	417 952	18 115	369 646	55 717	407 249
9	1-й МР	364 552	33 210	397 762	6 038	370 590	44 574	409 125
10	2-й МР	377 571	0	377 571	0	377 571	35 659	413 230
Радиально-сверлильный станок 2Н55								
Категория ремонтной сложности: 10,5 (механической части), 17,5 (электрической части)								
Первоначальная стоимость – 213 600 р.								
1	1-й МР	11 865	192 240	204 105	174 764	186629	170 880	182 745
2	2-й МР	23 730	170 880	194 610	139 811	163541	136 704	160 434
3	1-й СР	83 055	149 520	232 575	108 742	191797	109 363	192 418
4	3-й МР	94 920	128 160	223 080	81 556	176476	87 491	182 411
5	4-й МР	106 785	106 800	213 585	58 255	165040	69 992	176 777
6	2-й СР	166 110	85 440	251 550	38 836	204946	55 994	222 104
7	5-й МР	177 975	64 080	242 055	23 302	201277	44 795	222 770
8	КР	320 355	42 720	363 075	11 651	332006	35 836	356 191
9	1-й МР	332 220	21 360	353 580	3 884	336104	28 669	360 889
10	2-й МР	344 085	0	344 085	0	344085	22 935	367 020

Окончание таблицы

Год	Вид ремонта	Затраты на ремонт	Линейный метод амортизации		Метод суммы числа лет		Метод снижающегося остатка	
			K_t	F_t	K_t	F_t	K_t	F_t
Вертикально-фрезерный станок 6М10								
Категория ремонтной сложности: 13,5 (механической части), 9,0 (электрической части)								
Первоначальная стоимость – 231 900 р.								
1	1-й МР	12493	208 710	221 203	189 736	202 229	185 520	198 013
2	2-й МР	24986	185 520	210 506	151 789	176 775	148 416	173 402
3	1-й СР	87450	162 330	249 780	118 058	205 508	118 733	206 183
4	3-й МР	99943	139 140	239 083	88 544	188 487	94 986	194 929
5	4-й МР	112436	115 950	228 386	63 245	175 682	75 989	188 425
6	2-й СР	174901	92 760	267 661	42 164	217 064	60 791	235 692
7	5-й МР	187394	69 570	256 964	25 298	212 692	48 633	236 026
8	КР	337308	46 380	383 688	12 649	349 957	38 906	376 215
9	1-й МР	349801	23 190	372 991	4 216	354 018	31 125	380 926
10	2-й МР	362294	0	362 294	0	362 294	24 900	387 194
Токарный станок 16К20								
Категория ремонтной сложности: 12,0 (механической части), 9,0 (электрической части)								
Первоначальная стоимость – 230 400 р.								
1	1-й МР	11309	207 360	218 669	188 509	199 818	184 320	195 629
2	2-й МР	22619	184 320	206 939	150 807	173 426	147 456	170 075
3	1-й СР	79166	161 280	240 446	117 295	196 460	117 965	197 131
4	3-й МР	90475	138 240	228 715	87 971	178 446	94 372	184 847
5	4-й МР	101785	115 200	216 985	62 836	164 621	75 497	177 282
6	2-й СР	158332	92 160	250 492	41 891	200 223	60 398	218 730
7	5-й МР	169641	69 120	238 761	25 135	194 776	48 318	217 959
8	КР	305354	46 080	351 434	12 567	317 921	38 655	344 009
9	1-й МР	316663	23 040	339 703	4 189	320 852	30 924	347 587
10	2-й МР	327973	0	327 973	0	327 973	24 739	352 712
Круглошлифовальный станок 3А110В								
Категория ремонтной сложности: 8,5 (механической части), 21,0 (электрической части)								
Первоначальная стоимость – 324 000 р.								
1	1-й МР	11 003	291 600	302 603	265 091	276 094	259 200	270 203
2	2-й МР	22 006	259 200	281 206	212 073	234 079	207 360	229 366
3	1-й СР	77 022	226 800	303 822	164 945	241 967	165 888	242 910
4	3-й МР	88 025	194 400	282 425	123 709	211 734	132 710	220 735
5	4-й МР	99 028	162 000	261 028	88 364	187 392	106 168	205 196
6	2-й СР	154 043	129 600	283 643	58 909	212 952	84 935	238 978
7	5-й МР	165 047	97 200	262 247	35 345	200 392	67 948	232 994
8	КР	297 084	64 800	361 884	17 673	314 756	54 358	351 442
9	1-й МР	308 087	32 400	340 487	5 891	313 978	43 487	351 573
10	2-й МР	319 090	0	319 090	0	319 090	34 789	353 879

Расчет затрат на текущий, средний и капитальный ремонты для выбранных моделей станков выполнен по формуле

$$C = (q_m V_m + q_3 V_3)k, \quad (1)$$

где q_m – категория ремонтной сложности механической части; V_m – стоимость ремонта механической части, руб.; q_3 – категория ремонтной сложности электрической части; V_3 – стоимость ремонта электрической части, руб.; k – коэффициент, учитывающий сложность ремонтных работ.

Расчет амортизационных отчислений за весь период эксплуатации основных средств выполнен по трем методам: линейному, суммы чисел лет срока полезного использования, уменьшаемого остатка. Равномерный метод начисления амортизационных накоплений, применяемый предприятиями в соответствии с установленными нормативными положениями бухгалтерского и налогового учета, является базовым стандартом учетной политики. Однако в условиях модернизации предприятий реального сектора экономики рассматриваемый метод не обеспечит решение задачи инновационного прорыва, поставленной Президентом и Правительством РФ. В отличие от линейного способ уменьшаемого остатка обеспечивает максимальное начисление амортизации и формирование амортизационного фонда на начальной стадии службы объекта. Его применение предполагает использование коэффициента ускорения, которое ограничивается условиями работы технологического оборудования в агрессивной среде или при повышенной сменности. Метод суммы чисел лет гарантирует и ускоренное накопление амортизационного фонда и полный возврат балансовой стоимости технологического оборудования за весь срок его эксплуатации. Сравнение указанных методов обеспечивает повышение объективности проводимых расчетов и обоснованность полученных результатов.

Сумма годовых амортизационных накоплений (A) при линейном методе рассчитывается по формуле

$$A = \frac{(K - L)n_a}{100\%}, \quad (2)$$

где K – первоначальная стоимость основных фондов, руб.; L – стоимость ликвидируемого имущества, руб.; n_a – годовая норма амортизационных отчислений, %.

Годовая сумма амортизации при использовании способа уменьшаемого остатка определяется исходя из остаточной стоимости станка на начало отчетного года и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования, а также коэффициента ускорения

$$A = \frac{Kn_a k_1}{100\%}, \quad (3)$$

где k_1 – коэффициент ускорения.

В общем виде формула для расчета суммы амортизации при использовании метода суммы чисел лет имеет следующий вид

$$A = Kn_a = K \frac{2(T - t + 1)}{T(T + 1)}, \quad (4)$$

где T – срок полезного использования основных средств, лет; t – текущий период эксплуатации, лет.

Целевая функция предлагаемой модели имеет вид

$$f_t = \sum_{t=1} C_t + K_t \rightarrow \min. \quad (5)$$

Имитационное моделирование заключается в воспроизведении условий поведения исследуемой системы (технологического оборудования) на основе результатов анализа наиболее существенных факторов (балансовая стоимость, метод амортизации, ремонтный цикл, динамика затрат на ремонтные работы) и оценки взаимосвязей между ними. Такой подход позволяет имитировать поведение системы (станочного парка) во времени. Варьируя значения указанных факторов, можно управлять скоростью развития производственной системы в соответствии с поставленными задачами и с учетом влияния внутренних и внешних факторов. Так, увеличение стоимости ремонтных работ приводит к сокращению срока полезного использования оборудования и росту функции затрат; уменьшение амортизационного периода способствует минимизации функции затрат.

Результаты моделирования целевой функции затрат в пределах 10 лет для выбранных видов технологического оборудования отражены зависимостью остаточной стоимости (K_t) и затрат на ремонт (C_t) от срока полезного использования (см. таблицу).

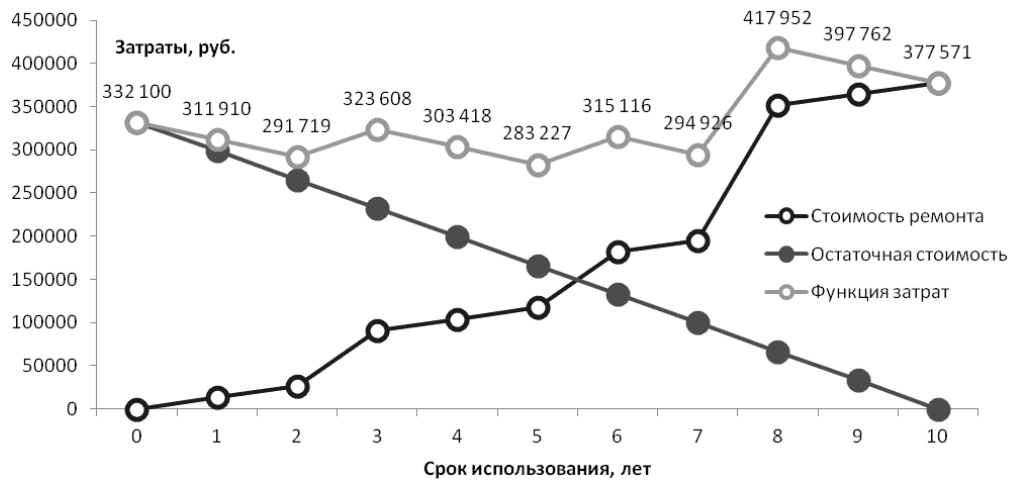


Рис. 1. Динамика остаточной стоимости и затрат на ремонт хонинговального станка 3Е820 при использовании линейного метода

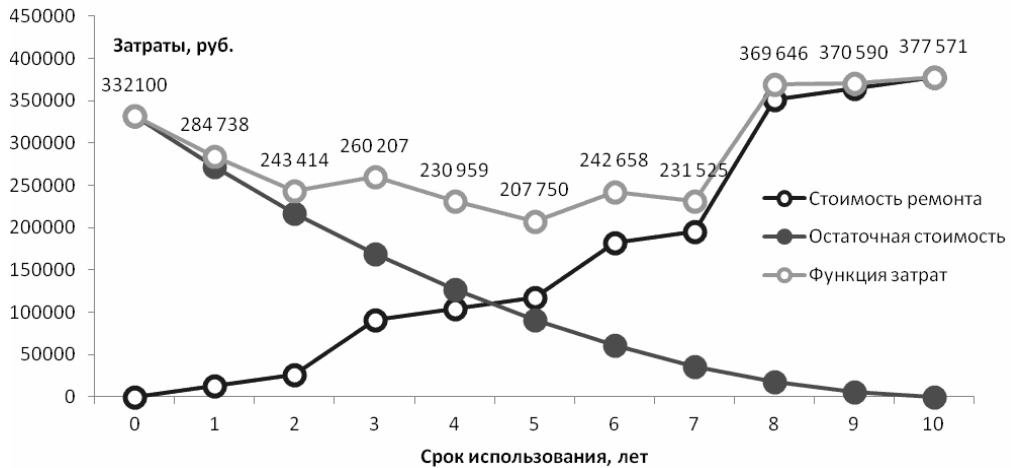


Рис. 2. Динамика остаточной стоимости и затрат на ремонт хонинговального станка 3Е820 при использовании метода суммы чисел лет

Графики функции (рис. 1, 2) характеризуют три точки перегиба с минимальной величиной затрат: 2, 5 и 7 лет.

Приведенные графики свидетельствуют о наличии устойчивой зависимости функции затрат от выбранных параметров модели (5) при любом методе начисления амортизации.

Как показывают проведенные расчеты, минимальная величина затрат соответствует второму и пятому годам эксплуатации. Двухлетний срок службы не обеспечивает выработки ресурса станка, поэтому его замена будет экономически не целесообразной ввиду высокой остаточной стоимости. Пятилетний срок обеспечивает

наименьшее значение функции суммарных затрат (затраты на ремонт и остаточная стоимость), поэтому он может быть предложен в качестве нижней границы срока полезного использования технологического оборудования. Семилетний срок службы может быть использован как верхняя граница амортизационного периода. Таким образом, временной интервал эксплуатации оборудования определен значением от 5 до 7 лет. В этой связи представляется необходимым выполнить моделирование эксплуатационного срока станка в разрезе семи лет. Результаты расчетов приведены на графике (рис. 3).

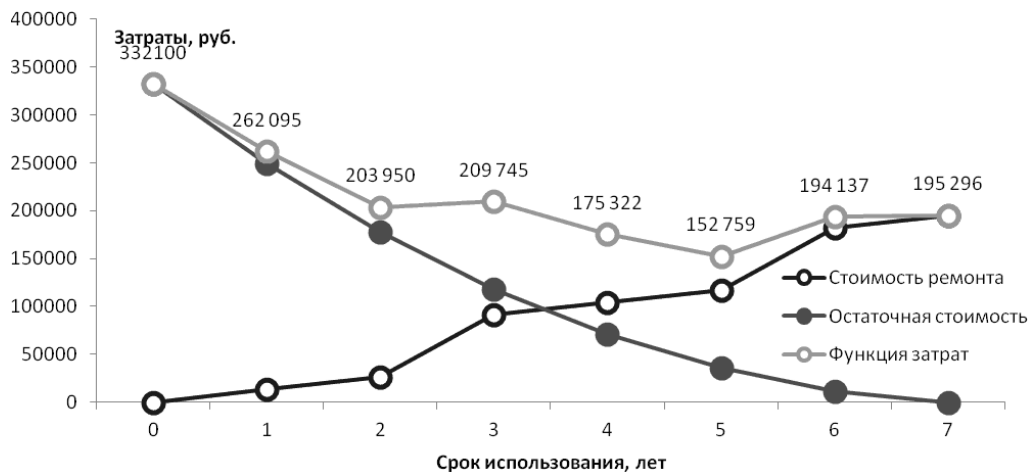


Рис. 3. Динамика остаточной стоимости и затрат на ремонт хонинговального станка 3Е820 при использовании метода суммы чисел лет

Полученные значения подтверждают выбранный период эксплуатации технологического оборудования и обоснованность параметров предложенной модели.

Таким образом, в результате имитационного моделирования амортизационного периода предлагается скорректировать срок полезного использования оборудования пятой амортизацион-

ной группы, определив его значение в пределах 5–7 лет. Указанный интервал соответствует четвертой амортизационной группе. Предлагаемые изменения будут способствовать более эффективному планированию и целевому использованию амортизационного фонда, обеспечивая обновление активной части производственных фондов на новой технической основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экономика предприятия [Текст] / под ред. Е.Л. Кантора. СПб.: Питер, 2003. 352 с.
2. Чуева, Л.Н. Экономика фирмы [Текст] : учебник для студентов вузов / Л.Н. Чуева. М.: Дашков и К°, 2007. 416 с.
3. Экономика предприятия [Текст] : учебник / под ред. проф. Н.А. Сафронова. М.: Юристъ, 2002. 608 с.
4. Грузинов, В.П. Экономика предприятия (предпринимательская) [Текст] : учебник для вузов / В.П. Грузинов. 2-е изд. М.: Юнити-Дана, 2002. 795 с.
5. Шешукова, Т.Г. Проблемы учета к вопросу амортизации основных средств [Текст] / Т.Г. Шешукова, С.Н. Иванников // Все для бухгалтера. 2006. № 15.
6. Акбердин, Р.З. Экономическая эффективность восстановления оборудования и резервы ее повышения

- [Текст] / Р.З. Акбердин. М.: Машиностроение, 1980. 184 с.
7. Куренков, Ю.В. Технический прогресс и оптимальное обновление производственного аппарата [Текст] : моногр. / Ю.В. Куренков, Д.М. Палтерович. М.: Мысль, 1975. 212 с.
8. Сачко, Н.С. Фактор времени в советской экономике [Текст] / Н.С. Сачко. М.: Мысль, 1976. 205 с.
9. Амортизация основных средств: бухгалтерская и налоговая [Текст] / Г.Ю. Касьянова. 2-е изд. М.: Аргумент, 2008. 116 с.
10. Голикова, Е. Реалии несовершенства амортизационного механизма накопления «длинных» денег [Текст] / Е. Голикова // Проблемы теории и практики управления. 2006. № 10. С. 41–44.

REFERENCE

1. Ekonomika predpriatiia. Pod red. E.L. Kantora. SPb.: Piter, 2003. 352 s. (rus)
2. Chueva L.N. Ekonomika firmy: uchebnik dlia studentov vuzov. M.: Dashkov i K°, 2007. 416 s. (rus)

3. Ekonomika predpriatiia: uchebnik. Pod red. prof. N.A. Safronova. M.: Iurist, 2002. 608 s. (rus)
4. Gruzinov V.P. Ekonomika predpriatiia (predprinimatel'skaia): uchebnik dlia vuzov. 2-e izd. M.:

Iuniti-Dana, 2002. 795 s. (rus)

5. **Sheshukova T.G., Ivannikov S.N.** Problemy ucheta k voprosu amortizatsii osnovnykh sredstv. *Vse dlia bukhgaltera*. 2006. № 15. (rus)

6. **Akberdin R.Z.** Ekonomicheskaiia effektivnost' vosstanovleniia oborudovaniia i rezervy ee povysheniia. M.: Mashinostroenie, 1980. 184 s. (rus)

7. **Kurenkov Iu.V., Palterovich D.M.** Tekhnicheskii progress i optimal'noe obnovlenie proizvodstvennogo

apparata: monografiia. M.: Mysl', 1975. 212 s. (rus)

8. **Sachko N.S.** Faktor vremeni v sovetskoi ekonomike. M.: Mysl', 1976. 205 s. (rus)

9. Amortizatsiia osnovnykh sredstv: bukhgalterskaia i nalogovaia. G.Iu. Kas'ianova. 2-e izd. M.: Argument, 2008. 116 s. (rus)

10. **Golikova E.** Realii nesovershenstva amortizatsionnogo mekhanizma nakopleniia «dlinnykh» deneg. *Problemy teorii i praktiki upravleniia*. 2006. № 10. S. 41–44. (rus)

САФРОНОВ Евгений Геннадьевич – доцент кафедры «Производственный менеджмент» Самарского государственного технического университета, кандидат экономических наук.

443100, ул. Молодогвардейская, д. 244, г. Самара, Россия. E-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

SAFRONOV Evgenii G. – Samara State Technical University.

443100, Molodogvardeyskaya str. 244. Samara. Russia. E-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

БРАЖНИКОВ Максим Алексеевич – доцент кафедры «Производственный менеджмент» Самарского государственного технического университета, кандидат экономических наук.

443100, ул. Молодогвардейская, д. 244, г. Самара, Россия. E-mail: qaz2201@yandex.ru

BRAZHNIKOV Maksim A. – Samara State Technical University.

443100, Molodogvardeyskaya str. 244. Samara. Russia. E-mail: qaz2201@yandex.ru
