

УДК 621.011.015

А.Я. Савченко канд. техн. наук, МГГУ.

## **6. Использование системно-динамического метода для квалитетической оценки реализуемого при эксплуатации качества экскавационного оборудования.**

*Показано применение системно-динамического метода для комплексной оценки качества одноковшовых экскаваторов на этапе эксплуатации с использованием предложенной совокупности удельных интегральных показателей.*

*Установлены общие закономерности изменения величины и динамики предложенных показателей качества в разнообразных условиях использования одноковшовых экскаваторов на угольных разрезах России.*

*Предложены меры по повышению эффективности использования, а также достоверности расчетов эксплуатационных показателей одноковшовых экскаваторов при подготовке технологических проектов их применения.*

**Ключевые слова:** экскаваторы, условия эксплуатации, показатели качества, динамика показателей качества.

A.JA.Savchenko, Cand.Tech.Sci

## **Use of a system-dynamic method for a complex estimation of realised quality at operation of dredges**

*On increase of efficiency of use of dredges, are offered reliability of calculations of The methodology of use of a system-dynamic method for a complex estimation of realised quality of dredges at an operation phase on the basis of the offered set of specific integrated indicators is presented.*

*The general laws of change of size and dynamics of indicators in various mountain-technical, technological, organizational and repair conditions of use dredges on coal cuts of Russia are established.*

*Measures operational indicators of dredges by preparation of technological projects of their application.*

**Keywords:** dredges, service conditions, quality indicators, dynamics of indicators of quality.

### **Общая характеристика методологии.**

Устойчивой тенденцией развития горного производства является увеличение производительности используемого оборудования. Производственные риски, связанные с ошибками в оценке его реальных потребительских свойств, приобретают принципиальное значение. При постоянном увеличении стоимости его приобретения и затрат на

эксплуатацию ошибочность оценок приводит к дополнительным существенным непроизводительным расходам материальных, трудовых и финансовых ресурсов. В полной мере сказанное относится и к одноковшовым экскаваторам (в дальнейшем экскаваторы), отличающимся пространственной крупногабаритностью, большемассовостью и значительными установленными мощностями электро и гидрооборудования.

Приоритетно используемый экспертный метод оценки качества приобретаемых экскаваторов по техническим характеристикам, картам технического уровня, стандартам и эксплуатационной документации заводов – изготовителей, по моему мнению, основанному на анализе опыта применения такого метода и эксплуатации такого оборудования, не в полной мере дает представление о возможных реальных технико-экономических результатах его будущей эксплуатации. Акцент делается на показатели, обеспечивающие производительную работу, а важному свойству экономичности, характеризующее эксплуатационную ресурсоемкость ( энергоемкость, трудоемкость, материалоемкость ), как правило, должного внимания не уделяется. Одновременно не учитывается динамичный характер горных работ, изменяющий условия реализации сформированных заводом-изготовителем потребительских свойств ( потенциального качества ). При этом относительно высокая эксплуатационная ресурсоемкость экскаваторов для обеспечения их производительной работы ( достижения полезного эффекта ), к тому же имеющая тенденцию роста по мере изнашивания оборудования, обязывает при оценке качества к интегральному анализу производительных и экономических результатов их использования с учетом динамичности горных работ. Улучшить ситуацию, по моему мнению, возможно прежде всего за счет совершенствования методологии оценки реализованного качества в процессе применения горного оборудования конкретных условиях эксплуатации.

Используемый в настоящей статье комплексный системно-динамический метод интегральной оценки качества ( производительности и экономичности ) экскаваторов базируется на следующих принципиальных моментах:

1. Реализация потенциального качества (производительной работы и экономичности) экскаватора, введенного в производственную систему «горно-технические условия - горная технология – организация горного производства», определяется не только затратами на его управление, техническое обслуживание и ремонт, но и соизмеримыми дополнительными расходами на подготовку горной массы к экскавации, осуществление ее транспортирования и размещения в отвал. Поэтому для создания условий устойчивой производительной и экономичной работы экскаваторов важно обеспечивать

пооперационную производительную и экономическую сбалансированность используемых технологий на полном фронте горных работ.

2. Экскаватор рассматривается как производительно–экономическая система проведения экскаваторных работ, длительность и результаты использования которой определяются, прежде всего, динамикой расходования ресурса качества, сформированного заводом – изготовителем.

3. Для оценки совокупности потребительских свойств ( производительности и экономичности ) используется комплексный метод - определение величины и динамики изменения совокупности удельных интегральных показателей, характеризующих затратность (  $K_{зт}$  ), и аналогичных показателей, характеризующих производительную работу (  $K_{пр}$  ):

$$K = K_{зт} / K_{пр} \quad ( 1 ).$$

4. В соответствии с изложенными принципами предложены расчетные формулы интегральных удельных показателей качества для оценки:

4. 1. Производительной работы за время  $T$ (ч) по величине и динамике изменения  $K_{д(з)}(T)$  забойной производительности  $P_{з}(T)$  ( $m^3/ч$ ) на единицу вместимости ковша:

$$K_{з}(T) = P_{з}(T) / E_{к} \quad ( 2 ), \quad K_{д(з)}(T) = P_{з(макс)}(T) / P_{з(мин)}(T) \quad ( 3 ),$$

где  $P_{з}(T)$ ,  $P_{з(макс)}(T)$ ,  $P_{з(мин)}(T)$  – соответственно усредненное, максимальное и минимальное значения забойной производительности за период производительной работы ( $T$ ).

$E_{к}$  – безразмерная величина вместимости ковша экскаватора.

4.2. Эксплуатационной экономичности за период производительной работы  $T$ (ч) по величине и динамике изменения  $K_{д(эк)}(T)$  соотношения удельных затрат экскаваторных работ  $C_{эк}(T)$  (руб./ $m^3$ ) и забойной производительности  $P_{з}(T)$  ( $m^3/ч$ ) на единицу вместимости ковша  $E_{к}(m^3)$ :

$$K_{эк}(T) = C_{эк}(T) \times E_{к} / P_{з} \quad ( ч \times руб. / m^3 ) \quad ( 4 ), \quad K_{д(эк)}(T) = K_{эк(макс)}(T) / K_{эк(мин)}(T) \quad ( 5 ).$$

4.3. Эксплуатационной энергоемкости по величине и динамике изменения  $K_{д(эн)}(T)$  соотношения удельных стоимостных затрат по электроэнергии на экскаваторные работы  $C_{эн}(T)$  (руб./ $m^3$ ) и забойной производительности  $P_{з}(T)$  ( $m^3/ч$ ) на единицу вместимости ковша  $E_{к}(m^3)$ , метр максимального радиуса разгрузки  $R_{р}(m)$ :

$$K_{эн}(T) = C_{эн}(T) \times E_{к} / P_{з}(T) \times R_{р} \quad ( ч \times руб. / m^3 \times м ) \quad ( 6 ),$$

$$K_{д(эн)}(T) = K_{эн(макс)}(T) / K_{эн(мин)}(T) \quad ( 7 ).$$

4.4. Эксплуатационной трудоемкости по величине и динамике изменения  $K_{д(тр)}(T)$  соотношения удельных затрат труда по экскаваторным работам  $Стр(T)$  (чел. /м<sup>3</sup>) и забойной производительности  $Пз(T)$  (м<sup>3</sup>) на единицу вместимости ковша  $Ек(м^3)$ :

$$K_{тр}(T) = Стр(T) \times Ек / Пз(T) \text{ (чел.-ч /м}^3\text{)} \quad (8),$$

$$K_{д(тр)}(T) = K_{тр(макс)}(T) / K_{тр(мин)}(T) \quad (9).$$

4.5. Эксплуатационной материалоемкости по величине и динамике изменения соотношения удельных стоимостных затрат экскаваторных работ на материалы и запчасти  $См(T)$  (руб. /м<sup>3</sup>) и забойной производительности  $Пз(T)$  (м<sup>3</sup>/ч) на единицу вместимости ковша  $Ек(м^3)$ :

$$K_{м}(T) = См(T) \times Ек / Пз(T) \text{ (ч. х руб./м}^3\text{)} \quad (10),$$

$$K_{д(м)}(T) = K_{м(макс)} / K_{м(мин)}(T) \quad (11).$$

4.6. Интегрально - производительной работы и экономичности :

$$K(T) = K_{эк}(T) / K_{з}(T) \quad (12), \quad K_{д(к)} = K(T)_{макс} / K(T)_{мин} \quad (13).$$

При этом:

- в части производительной работы наибольшие значения показателей  $Пз(макс)(T)$  и  $Кз(макс)(T)$  соответствуют наилучшему качеству;

- в части экономичности- наименьшие значения показателей  $К_{эк}(мин)(T)$ ,

$К_{эн}(мин)(T)$ ,  $К_{тр}(мин)(T)$ ,  $К_{м}(мин)(T)$ ,  $К(мин)(T)$  соответствуют наилучшему качеству;

- минимальные значения показателей  $К_{д(з)мин}(T)$ ,  $К_{д(эк)мин}(T)$ ,  $К_{д(эн)мин}(T)$ ,  $К_{д(м)мин}(T)$ ,  $К_{д(мин)}(T)$  соответствуют лучшей производительной и экономической сбалансированности экскаваторных работ.

5. Комплексность анализа достигается на основе трехуровневой оценки, где в качестве единичных интегральных показателей используются  $К_{эн}(T)$ ,  $К_{тр}(T)$ ,  $К_{м}(T)$  (нижний уровень), обобщенный показатель экономичности  $К_{эк}(T)$  (средний уровень) и интегральный показатель  $K(T)$  (верхний уровень).

**Результаты анализа по предложенной методологии реализованного качества экскаваторов на этапе эксплуатации.**

Предложенная методология анализа достигаемой при эксплуатации производительности и экономичности экскаваторов была применена для оценки результатов внедрения и эксплуатации на вскрышных работах 590 единиц базовых разнотипоразмерных образцов экскаваторов в период перевооружения (1978 – 1985г.г.) угольных разрезов в

основных угледобывающих регионах России с использованием служебной информации[1]. Полученные усредненные значения удельных показателей качества представлены в таблице.

Таблица

Предприятия, Показатели	ЭВГ-4И, ЭКГ-4У	ЭКГ-8, ЭКГ-8И	ЭШ-10/60, ЭШ-10/70	ЭШ-14/75, ЭШ-15/90	ЭШ-40/85
<b>Востсибуголь</b>					
К х 10 <sup>-3</sup> / Кд(к)	0,73/1,47	0,71/2,03	0,13/1,46	0,17/1,21	0,27/1,7
Кз / Кд(з)	35,25/1,21	35,75/1,26	45,9/1,13	40,2/1,18	32,72/1,3
Кэк / Кд(эк)	0,0259/1,43	0,0255/1,68	0,0061/1,28	0,007/1,14	0,0089/1,22
Кэн×10 <sup>-3</sup> /Кд(эн)	0,0178/1,53	0,0238/1,49	0,0053/1,23	0,0041/1,53	0,0052/1,58
Ктр×10 <sup>-6</sup> /Кд(тр)	0,3086/1,3	0,304/1,34	0,2097/1,29	0,2389/1,18	0,2981/1,28
Км / Кд(м)	0,0042/1,25	0,0041/1,36	0,00103/1,15	0,00121/1,15	0,00154/1,24
<b>Вахрушевуголь</b>					
К х 10 <sup>-3</sup> / Кд(к)	0,1 / 2,21	0,23/2,33	0,09/2,13	0,3 / 2,59	-
Кз / Кд(з)	64,5/1,45	43,0/1,18	51,6/1,3	30,2/1,14	-
Кэк / Кд(эк)	0,0068/1,72	0,01 / 2,03	0,0051/2,06	0,0092/2,37	-
Кэн×10 <sup>-3</sup> /Кд(эн)	0,0198/1,43	0,0402/1,56	0,0096/1,37	0,0112/1,46	-
Ктр×10 <sup>-6</sup> /Кд(тр)	0,2078/1,41	0,3069/1,22	0,3582/1,59	0,0616/1,33	-
Км / Кд(м)	0,00057/1,77	0,00083/2,05	0,00043/2,52	0,00079/2,66	-
<b>Дальвостуголь</b>					
К х 10 <sup>-3</sup> /Кд(к)	-	-	-	0,06/1,48	-
Кз / Кд(з)	-	-	-	51,6/1,18	-
Кэк / Кд(эк)	-	-	-	0,003/1,26	-
Кэн×10 <sup>-3</sup> /Кд(эн)	-	-	-	0,0056/1,11	-
Ктр×10 <sup>-6</sup> /Кд(тр)	-	-	-	0,179/1,28	-
Км / Кд(м)	-	-	-	0,00044/1,31	-
<b>Красноярскуголь</b>					
К х 10 <sup>-3</sup> / Кд(к)	0,4839/1,54	0,3804/2,27	0,2933/1,38	0,5268/2,95	-
Кз / Кд(з)	40,5/1,36	46,0/1,12	39,2/1,24	29,8/1,71	-
Кэк / Кд(эк)	0,0196/1,48	0,0175/1,81	0,0115/1,27	0,0157/1,74	-
Кэн×10 <sup>-3</sup> /Кд(эн)	0,0129/1,43	0,0155/1,62	0,0052/1,62	0,0047/2,35	-
Ктр×10 <sup>-6</sup> /Кд(тр)	0,2039/1,2	0,1805/1,42	0,3377/1,4	0,4583/1,75	-
Км / Кд(м)	0,0027/1,43	0,0023/1,55	0,0017/1,26	0/0023/1,66	-

Продолжение таблицы

<b>Кемеровоуголь</b>					
К х 10 <sup>-3</sup> / Кд(к)	0,4 / 1,78	0,93/1,44	0,29/1,7	0,34/1,76	1,05/1,84
Кз / Кд(з)	55,0/1,12	35,5/1,12	41,5 /1,09	38,06/1,14	22,9/1,37
Кэк / Кд(эк)	0,022/1,62	0,033/1,51	0,012/1,48	0,013/1,43	0,024/1,33
Кэн×10 <sup>-3</sup> /Кд(эн)	0,0191/1,39	0,0401/1,66	0,0098/1,53	0,0073/1,46	0,0123/1,84
Ктр×10 <sup>-6</sup> /Кд(тр)	0,2756/1,33	0,3708/1,28	0,3601/1,27	0,3928/1,29	0,6715/1,38
Км / Кд(м)	0,003/1,61	0,0047/1,43	0,0017/1,54	0,0019/1,64	0,0037/1,11

<b>Приморскуголь</b>					
К х 10 <sup>-3</sup> / Кд(к)	-	0,63/3,4	0,19/2,11	0,22/2,01	-
Кз / Кд(з)	-	31,1/1,44	46,0/1,34	43,1/1,45	-
Кэк / Кд(эк)	-	0,0196/2,44	0,0089/1,71	0,0094/1,63	-
Кэн×10 <sup>-3</sup> /Кд(эн)	-	0,0577/2,01	0,0117/1,74	0,0081/1,73	-
Ктр×10 <sup>-6</sup> /Кд(тр)	-	0,4085/1,89	0,1837/1,6	0,1721/1,66	-
Км / Кд(м)	-	0,0015/2,0	0,00077/1,45	0,00085/1,64	-

б. Использованная информация позволила:

- рассмотреть практически полный спектр горно-технических, технологических, организационных и ремонтных условий использования экскаваторов на открытых разработках угольной промышленности России;

- проанализировать за 8 летний период динамику изменения по годам используемых показателей качества в условиях активного административного и экономического воздействий на производственные процессы, имеющих задачей достижение высоких показателей использования экскаваторов, т.е. обеспечение более полной реализации потенциальных потребительских свойств машин;

- создать возможность использования результатов анализа при разработке проектов применения новых образцов, учитывая традиционную конструктивную приемственность и последовательность создания экскаваторов заводами – изготовителями.

Основные результаты анализа данных таблицы кратко можно представить нижеследующими положениями.

1. При одинаковых для однопоразмерных экскаваторов технико-технических характеристиках ( потенциальное качество ) реализованное качество, оцениваемое по удельным интегральным показателям ( Кз, Кэк, Кэн, Ктр, Км ) и коэффициентам их

динамичности существенно различается по угледобывающим регионам. При этом имеет колебательный характер изменения величин показателей с отличающимися амплитудами и периодичностью.

2. В части обеспечения производительной работы [2] :

2.1. Использование в технических характеристиках экскаваторов в качестве показателя производительной работы теоретической производительности значительно повышает вероятность ошибочности оценок. Значения теоретической производительности завышены в сравнении с реально достигаемой забойной производительностью в 4-5 раза по карьерным экскаваторам, 1,5 – 2 раза по драглайнам.

2.2. Фактическая динамика забойной производительности ( изменение показателя  $K_d(z)$  в табл.) и аналитические оценки в работе [2] подтверждают, что различный уровень воздействий на производительность известных эксплуатационных факторов (характеристик горных пород, качества подготовки забоев, используемых технологических схем, квалификации персонала) по регионам определяют конкретный характер ( амплитуду и периодичность ) изменения забойной производительности с устойчивой тенденцией к снижению по мере « старения » оборудования. Существуют возможности снижения во всех угледобывающих регионах динамики забойной производительности и величины коэффициентов  $K_d(z)$  за счет улучшения производительной сбалансированности экскаваторных работ. Это и сегодня неиспользуемый резерв повышения эффективности горных работ.

2.3. Сравнение традиционно применяемой методологии оценки производительной работы по достигнутой производительности и использованию календарного фонда времени и предлагаемой методологии по показателям качества  $K_z$  и  $K_d(z)$  подтверждает предпочтительность последних в силу создания ею лучших условий для прямой оценки достигаемой и теряемой производительности, а также большей простоты, повышения результативности и доверительности оценок. Поэтому создаются лучшие возможности для оперативного контроля производительной работы.

2.4. Производительная несбалансированность экскаваторных работ по всем проанализированным типоразмерам экскаваторов и во всех рассмотренных угледобывающих регионах в большинстве случаев с увеличением вместимости ковшей возрастает (см. значения показателя  $K_d(z)$  в табл.). При этом критерием лучшей производительной сбалансированности является стабильность достижения наивысшей забойной производительности на единицу вместимости ковша  $K_z$  макс и минимальное значение коэффициента динамичности  $K_d(z)$  .

3. В части эксплуатационной экономичности экскаваторов в комбинированных, транспортных и бестранспортных технологиях вскрышных работ [3]:

3.1. Экономическая разбалансированность экскаваторных работ, определяющая динамику процессов изменения удельных затрат  $S_{эк}$  и забойной производительности на единицу вместимости ковша  $K_з$ , по всем проанализированным типоразмерам экскаваторов и во всех рассмотренных угледобывающих регионах в сравнении с производительной разбалансированностью устойчиво увеличивается ( $K_{д(эк)} > K_{д(з)}$ ), что подтверждает отсутствие должного оперативного управления затратами при производстве экскаваторных работ. Естественно снижается эксплуатационная экономичность, и к настоящему времени - это неиспользованный резерв ресурсосбережения горных работ.

3.2. По всем проанализированным типоразмерам драглайнов и большинству карьерных экскаваторов с увеличением вместимости ковша показатели качества  $K_{эк}$  и  $K_{д(эк)}$  (см. табл.), а, следовательно, и эксплуатационная экономичность ухудшаются. Тем самым не подтверждается широко распространенное мнение об экономической целесообразности внедрения более производительной экскавационной техники.

3.3. Осуществление информационного контроля в процессе эксплуатации экскаваторов величины и динамики изменения показателей качества  $K_{эк}$  и  $K_{д(эк)}$ , характеризующих экономичность, представляет возможность своевременно разрабатывать меры по снижению экономической разбалансированности экскаваторных работ, что несомненно улучшит экономические результаты горного производства.

4. В части эксплуатационной энергоемкости [4]:

4.1. Представленное в нормативных документах по экскаваторам снижение удельных показателей энергоемкости с увеличением вместимости ковшей проведенным анализом не подтверждается. Оцененные, с использованием показателей качества  $K_{эн}$  и  $K_{д(эн)}$ , эксплуатационные характеристики энергоемкости имеют обратные тенденции, с ростом вместимости ковша удельная энергоемкость увеличивается.

4.2. По конкретным типоразмерам экскаваторов фактором, в наибольшей степени определяющим величины и динамику изменения удельной энергоемкости, является достигнутая забойная производительность на единицу вместимости ковша  $K_з$  (см. табл.). При увеличении (снижении) ее удельная энергоемкость снижается (увеличивается). При этом приоритетное значение имеют организованные на предприятии технологические условия и производительная сбалансированность экскаваторных работ.

4.3. За счет осуществления мер по снижению динамики удельной энергоемкости величин показателей  $K_{д(эн)}$  на рассмотренных предприятиях существовала реальная

возможность снизит электропотребление экскаваторных работ в 1,5...1,8 раза.

5. В части эксплуатационной трудоемкости :

5.1. Величина и динамика изменения удельной трудоемкости экскаваторных работ по комбинированной, транспортной и бестранспортной технологиям (значения показателей качества Стр, Ктр и Кд(тр)) в конкретных условиях эксплуатации определяется , в первую очередь, структурой и производительностью используемых типоразмеров экскаваторов, а также простоями оборудования по различным причинам.

5.2. При разнохарактерном изменении показателей Ктр и Кд(тр) на рассмотренных предприятиях (см. табл.) устойчивой тенденцией является увеличение величины показателей с ростом вместимости ковшей экскаваторов. Основными причинами этого являются непропорциональное вместимости ковшей увеличение забойной производительности, а также рост трудоемкости межремонтного обслуживания и устранения отказов в связи с конструктивным усложнением экскаваторов большей вместимости ковшей.

5.3. Динамичность изменения показателей трудоемкости (значения Кд(тр)) существенно увеличивается при внедрении более производительного оборудования по причине недоработок в технологических проектах его использования.

6. В части материалоемкости б:

6.1. В большинстве случаев с ростом вместимости ковшей удельная материалоемкость (значения показателей Км и Кд(м) ) увеличивается (см. табл.) по причине несбалансированности производственных процессов расходования материалов и достижения соответствующих показателей забойной производительности.

6.2. Заметное отличие величин показателей Км и Кд(м) по однотипоразмерным экскаваторам на рассмотренных угледобывающих предприятиях определяется, в основном, различием в уровнях достигнутой забойной производительности и материальных затрат на транспортирование и отвалообразование.

7. В части комплексно – интегральной оценки:

Использованный в предлагаемой методологии принцип анализа динамичных производственных процессов экскаваторных работ по удельным затратам электроэнергии, труда и материалов в соотношении с реализованной забойной производительностью на единицу вместимости ковша экскаваторов подтверждает прежде всего отсутствие необходимой сбалансированности осуществляемых затрат с динамикой реализуемой забойной производительности. По всем проанализированным типоразмерам экскаваторов и рассмотренным угледобывающим предприятиям значения коэффициентов динамики Кд(эк), Кд(эн), Кд(тр), Кд(м), Кд(к) выше Кд(з) (см. табл.)

## **Рекомендации**

Полученные результаты анализа дают основание внести следующие предложения:

1. Проводить в реальной эксплуатационной динамике горных работ оценку и анализ на базе информационно-управляющих и информационно-диагностических систем предложенных удельных показателей качества, что предоставляет возможность своевременно разрабатывать мероприятия по достижению производительной и экономической сбалансированности экскаваторных работ и накапливать информационно-статистический материал для подготовки будущих технологических проектов при замене на новое более совершенное экскаваторное оборудование.

2. Необходимо рассчитывать и вводить в технические характеристики одноковшовых экскаваторов показатели динамики эксплуатационной забойной производительности, удельных показателей энергоемкости, трудоемкости, материалоемкости, используя результаты эксплуатации предшествующего образца в наилучших и наихудших условиях применения, осуществляя корректировку результатов под условия предполагаемого места использования машин.

3. При разработке новых образцов экскаваторов и технологических схем их применения формировать требования и критерии производительной и экономической сбалансированности проектируемых технологий на базе внедряемых машин для наилучших и наихудших условий эксплуатации на проектном фронте горных работ с использованием предлагаемой методологии. Это существенно снизит производственные риски достижения необходимых технико-экономических результатов производства горных работ.

4. Нецелесообразно использовать при проведении проектных расчетов энергоемкости экскаваторных работ показатели удельной энергоемкости экскаваторов, обозначенных в технических характеристиках, ибо их значения не учитывают реальную динамику горных работ.

5. При проектировании экскаваторов рекомендуется оценивать показатели удельной трудоемкости эксплуатации и проведения ремонтных работ с использованием предложенных расчетных формул для наилучших и наихудших условий эксплуатации, тем самым снижать производственные риски достижения необходимой производительности труда на экскаваторных работах.

## **Выводы.**

Проведенный на основе предложенной методологии анализ производительной и экономической работы одноковшовых экскаваторов в основных условиях эксплуатации на

угольных разрезах России за 8 – летний период дает основание обратить внимание на следующие принципиальные моменты:

1. С увеличением вместимости ковша удельные интегральные показатели качества, характеризующие производительную и экономичную работу экскаваторов, ухудшаются по причине недореализации при эксплуатации потенциальных возможностей более производительных машин.

2. Существенным недоиспользованным резервом снижения затратности экскаваторных работ является недостижение производительной и экономической сбалансированности при реализации комбинированной, транспортной и бестранспортной технологий, т.е. отсутствие должного оперативного управления затратами при производстве горных работ.

3. Реализация предложенной методологии комплексной системно – динамической оценки удельных интегральных показателей качества, характеризующих производительную и экономичную работу экскаваторов, на основе используемых информационно- управляющих систем создает условия для оперативного управления затратами при производстве экскаваторных работ, тем самым обеспечивать производительную и экономическую сбалансированность горных технологий.

4. При разработке новых образцов экскаваторов и технологических проектов их использования оценка предложенных удельных интегральных показателей качества и их сравнение с достигнутыми по предшествующему образцу при эксплуатации в наилучших и наихудших условиях позволит существенно снизить производственные риски достижения необходимых технико- экономических результатов.

#### **Список литературы:**

1. **Институт ВНИИУголь.** Краткий анализ деятельности разрезов. М., 1982, 1985.
2. **Савченко А.Я.** Анализ производительности одноковшовых экскаваторов на основе показателей качества // Горное оборудование и электромеханика. 2009. №3.
3. **Савченко А.Я.** Анализ экономичности одноковшовых экскаваторов по показателям качества // Горное оборудование и электромеханика. 2009. №8.
5. **Савченко А.Я.** Анализ энергоемкости и энергоэкономичности одноковшовых экскаваторов с использованием показателей качества // Горное оборудование и электромеханика. 2010. №3.