

**М.К. Бураев**, д-р техн. наук, проф., e-mail: [buraev@mail.ru](mailto:buraev@mail.ru)  
Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск

**И.Г. Сизов**, д-р техн. наук, проф.

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, г. Улан-Удэ

**Н.И. Овчинникова**, д-р техн. наук, проф.

**П.А. Болоев**, д-р техн. наук, проф.

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск

УДК 631.3.004:631.173.6

## МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЯ УРОВНЯ ПТЭ МТП

*В статье приводится методика комплексной оценки системы производственно-технической эксплуатации (ПТЭ) машинно-тракторного парка (МТП). Комплексная количественная оценка уровня ПТЭ МТП необходима в каждом хозяйстве, районе, области не только для контроля состояния машиноиспользования, но и для выработки научно обоснованных решений по улучшению и повышению эффективности эксплуатации техники. Чем ближе уровень ПТЭ МТП к нормальному, тем выше реализация надежности и эффективности, заложенных при конструировании и изготовлении машин. Такой подход позволит рассматривать эксплуатацию машин как производственно-техническую систему, обеспечивающую эффективное использование техники, поддержание ее в работоспособном состоянии, а также рациональное использование ресурсов и создание комфортных условий для работы персонала.*

**Ключевые слова:** производственно-техническая эксплуатация, уровень эксплуатации, комплексный показатель, определительная таблица, методика, машинно-тракторный парк.

**M.K. Buraev**, D. Sc. Engineering, Prof.

**I.G. Sizov**, D. Sc. Engineering, Prof.

**N.I. Ovchinnikova**, D. Sc. Engineering, Prof.

**P.A. Boloev**, D. Sc. Engineering, Prof.

## INTEGRATED ASSESSMENT METHOD OF PRODUCTION & TECHNICAL OPERATION CONDITION INDICATOR OF MACHINE & TRACTOR FLEET

*The article describes the methodology of integrated assessment system for production & technical operation (PTO) of machine & tractor fleet (MTF). Complex (integrated) quantitative assessment of the level of operational regulations of the MTF PTO is required in each sector, district, region not only for machine condition monitoring, but also to develop scientifically based solutions to improve the efficiency of equipment operation. The closer the level of operational regulations of the MTF PTO to the norm, the higher is reliability and efficiency inherent in the design and manufacture of machines. Such approach allows to consider the operation of machinery as a production and technical system to ensure the effective use of technology, maintaining it in working condition, and also rational use of resources and creation of comfortable conditions for work of the personnel.*

**Key words:** production and technical operation, operational level, a comprehensive index, the key table, technique, machine-tractor fleet.

Системный подход к ПТЭ МТП позволяет рассматривать ее как эргодическую систему: { человек (ПК) – использование машин (ПЭ) – обслуживание машин (ТЭ) – производственные ресурсы (ПР) – среда (Ср) }.

Совокупность обобщенных факторов уровня  $Y_{нэ}$ ,  $Y_{мэ}$ ,  $Y_{нр}$ ,  $Y_{нк}$ ,  $Y_{ср}$  представляет собой комплексный показатель уровня ПТЭ МТП ( $Y_{нмэ}$ ) и количественно характеризует главную цель системы ПТЭ – повышение уровня и эффективности производственно-технической эксплуатации МТП. В общем виде эффективность ПТЭ техники можно представить как [2]

$$Y_{нмэ} = f(Y_{нэ}, Y_{мэ}, Y_{нр}, Y_{нк}, Y_{ср}). \quad (1)$$

Методика базируется на следующих исходных положениях:

– оценка уровня ПТЭ МТП ведется с позиций влияния ее на реализацию потенциальной надежности и эффективности техники;

– уровень ПТЭ МТП в реальной эксплуатации зависит от многих факторов различающихся по значимости (весу), характеру управляющих воздействий, сложности состава, зависимости от климатических условий зон использования сельскохозяйственной техники;

– в реальной эксплуатации объективно сложились совокупности факторов, представляющие собой отдельные, качественно различные направления ПТЭ МТП, которые именуются обобщенными факторами;

– состояние каждого обобщенного фактора определяется состоянием входящих в него факторов, именуемых характеристиками;

– по отношению к реализации потенциальной надежности и эффективности МТП обобщенные факторы ПТЭ не равнозначны, числовые значения их весов образуют монотонно убывающий сходящийся числовой ряд;

– оценка уровня каждого обобщенного фактора ПТЭ ведется по их наиболее значимым характеристикам, а уровня ПТЭ МТП в целом по наиболее значимым (основным) обобщенным факторам.

Уровни обобщенных факторов ПТЭ МТП определяются по состоянию их характеристик. Подавляющее число характеристик имеет качественное описание, кроме того, характеристики, имеющие количественное выражение, измеряются разными единицами. В силу отмеченного выше количественная оценка информации, заключенной в характеристиках, строгими математическими методами невозможна. Поэтому количественная оценка состояния характеристик обобщенных факторов ПТЭ осуществляется путем преобразования содержащейся в них информации в формализованные оценки (баллы) по единой, достаточно строгой в математическом плане, системе [1]. Этой системой-преобразователем является определительная таблица (ОТ), содержащая расположенные в ранжированной последовательности характеристики фактора и их позиции, нормированные окончательными оценками в баллах (табл. 1). Окончательные оценки позиций были получены путем умножения базисных оценок (5, 4, 3, 2, 1) на нормирующую функцию вида

$$g_j = \frac{j}{2^{j-1}}, \quad (2)$$

где  $j$  – порядковый номер (место) характеристики в ранжированной последовательности характеристик обобщенного фактора.

Для оценки уровня обобщенного фактора ПТЭ МТП в хозяйстве путем опроса инженерно-технического персонала, механизаторов, ознакомления с документацией устанавливают состояние каждой его характеристики и сумму оценок этих позиций по ОТ.

Затем необходимо отнести эту сумму к сумме максимальных по ОТ оценок характеристик обобщенного фактора и результат умножить на 100. В итоге получим уровень  $i$ -ного обобщенного фактора ПТЭ, выраженный в процентах от уровня нормальной эксплуатации МТП

$$V_i = \frac{\sum_j^m K_{ij}}{\sum_j K_{ij\max}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $K_{ij}$ ,  $K_{ij\max}$  – фактическая максимально возможная оценки  $j$ -той характеристики  $i$ -ного обобщенного фактора ПТЭ МТП по ОТ;  $m$  – число характеристик обобщенного фактора в ОТ.

Комплексный показатель уровня ПТЭ  $V_{ПТЭ} = f(V_i)$  представляется как линейная функциональная зависимость  $Y=f(X)$ , и записывается это уравнение в матричной форме

$$XB=Y. \quad (4)$$

Матрица известных коэффициентов  $x_{ij}$  размерностью, например,  $n \times 6$  при  $j = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ ;  $i = 1, 2, \dots, n$  (где  $n$  – число оцениваемых предприятий)

$$X = \begin{pmatrix} x_{01} & x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} & x_{51} \\ x_{02} & x_{12} & x_{22} & x_{32} & x_{42} & x_{52} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{0n} & x_{1n} & x_{2n} & x_{3n} & x_{4n} & x_{5n} \end{pmatrix}.$$

Таблица 1

Определительная таблица (ОТ) для оценки обобщенных факторов уровня ПТЭ МТП

Номера позиций	Код и наименование обобщенного фактора ПТЭ, его характеристики и их позиции	Оценки позиций
<b>S<sub>1</sub> Уровень производственной эксплуатации (Y<sub>пр</sub>)</b>		
1 Номенклатурно-возрастной состав машин (S <sub>11</sub> ) – качество МТП		
1	Тракторы всех категорий до 10 лет (S <sub>111</sub> )	5
2	Зерноуборочные комбайны до 10 лет (S <sub>112</sub> )	4
3	СХМ (S <sub>113</sub> )	3
4	Автомобили и прицепы (в пределах амортизации) (S <sub>114</sub> )	2
5	Прочие машины (S <sub>115</sub> )	1
2 Качество полевых работ (S <sub>12</sub> )		
1	Соблюдение агросроков (S <sub>121</sub> )	5
2	Соблюдение требований агротехники (S <sub>122</sub> )	3,75
3	Полнота выполнения сельхозработ (S <sub>123</sub> )	2,5
4	Соблюдение требований агроэкологии (S <sub>124</sub> )	1,25
3 Технологичность МТА (S <sub>13</sub> )		
1	Соответствие структуры МТП технологии работ (S <sub>131</sub> )	3,75
2	Совместимость с СХМ (S <sub>132</sub> )	3,0
3	Преемственность (S <sub>133</sub> )	2,25
4	Обеспеченность технологической документацией (S <sub>134</sub> )	1,5
5	Приспособленность к технологическому обслуживанию (S <sub>135</sub> )	0,75
4 Способ использования машин (S <sub>14</sub> )		
1	Технологические комплексы (S <sub>141</sub> )	2,5
2	Уборочно-транспортные отряды (S <sub>142</sub> )	2,0
3	Механизированные отряды (S <sub>143</sub> )	1,5
4	Механизированные звенья (S <sub>144</sub> )	1,0
5	Тракторные бригады (S <sub>145</sub> )	0,5
5 Состояние дорог и транспортные связи (S <sub>15</sub> )		
1	Внутрихозяйственные дороги без покрытия (S <sub>151</sub> )	1,56
2	Внутрихозяйственные дороги с частичным асфальтовым покрытием (S <sub>152</sub> )	1,25
3	Дороги районного значения (S <sub>153</sub> )	0,94
4	Дороги областного значения (S <sub>154</sub> )	0,625
5	Дороги федерального значения (S <sub>155</sub> )	0,31
<b>S<sub>2</sub> Уровень технической эксплуатации (Y<sub>тэ</sub>)</b>		
1 Организация ТО и качество его проведения (S <sub>21</sub> )		
1	Полнота выполнения операций ТО (S <sub>211</sub> )	5
2	Наличие оборудования для ТО и диагностирования (S <sub>212</sub> )	4
3	Соблюдение сроков ТО (S <sub>213</sub> )	3
4	Состав исполнителей (S <sub>214</sub> )	2
5	Организационная форма ТО (S <sub>215</sub> )	1
2 Качество выполнения ремонта (S <sub>22</sub> )		
1	Качество запасных частей (S <sub>221</sub> )	5
2	Качество средств ремонта (S <sub>222</sub> )	4
3	Качество разборочно-сборочных операций (S <sub>223</sub> )	3
4	Качество обкатки (S <sub>224</sub> )	2
5	Качество моечно-дефектовочных операций (S <sub>225</sub> )	1

3 Организация нефтехозяйства и качество ГСМ (S <sub>23</sub> )		
1	Организация хранения топлива (S <sub>231</sub> )	3,75
2	Контроль качества ГСМ (S <sub>232</sub> )	3,0
3	Соответствие сортамента топлива условиям эксплуатации (S <sub>233</sub> )	2,25
4	Соответствие сортамента масла условиям эксплуатации (S <sub>234</sub> )	1,5
5	Способ заправки ГСМ (S <sub>235</sub> )	0,75
4 Средний разряд исполнителей (S <sub>24</sub> )		
1	6 – (S <sub>241</sub> )	2,5
2	5 – (S <sub>242</sub> )	2,0
3	4 – (S <sub>243</sub> )	1,5
4	3 – (S <sub>244</sub> )	1,0
5	2 – (S <sub>245</sub> )	0,5
5 Организация и качество хранения (S <sub>25</sub> )		
1	Условия хранения (S <sub>251</sub> )	1,56
2	Длительность хранения за год без консервации (S <sub>252</sub> )	1,25
3	Соблюдение правил хранения (S <sub>253</sub> )	0,94
4	Состояние материальной базы (S <sub>254</sub> )	0,625
5	Проведение ТО в период хранения (S <sub>255</sub> )	0,31
S <sub>3</sub> Уровень производственных ресурсов (Y <sub>пр</sub> )		
1 Уровень ремонтно-обслуживающей базы (S <sub>31</sub> )		
1	Обеспеченность ремонтными мастерскими (S <sub>311</sub> )	5
2	Обеспеченность пунктами ТО и диагностики (S <sub>312</sub> )	4
3	Обеспеченность машинным двором (S <sub>313</sub> )	3
4	Наличие гаражей и теплых стоянок (S <sub>314</sub> )	2
5	Обеспеченность нефтехозяйством (S <sub>315</sub> )	1
2 Уровень технологической базы (S <sub>32</sub> )		
1	Металлорежущие станки и инструменты (S <sub>321</sub> )	5
2	Контрольно-испытательные стенды (S <sub>322</sub> )	4
3	Моечные и очистные установки (S <sub>323</sub> )	3
4	Подъемно-транспортное оборудование (S <sub>324</sub> )	2
5	Вспомогательное оборудование (S <sub>325</sub> )	1
3 Уровень материально-технического снабжения (S <sub>33</sub> )		
1	Нормы потребности в материальных средствах (S <sub>331</sub> )	3,75
2	Источники поступления материальных средств (S <sub>332</sub> )	3,0
3	Уровень складского хозяйства (S <sub>333</sub> )	2,25
4	Обменный фонд (S <sub>334</sub> )	1,5
5	Оперативность материально-технического снабжения (S <sub>335</sub> )	0,75
4 Уровень маркетинговых исследований (S <sub>34</sub> )		
1	Определение спроса на производимую продукцию (S <sub>341</sub> )	2,5
2	Прогнозирование условий реализации продукции (S <sub>342</sub> )	2,0
3	Реклама (S <sub>343</sub> )	1,5
4	Планирование (S <sub>344</sub> )	1,0
5	Стратегия деятельности (S <sub>345</sub> )	0,5
5 Уровень доходов сельхозтоваропроизводителей (S <sub>35</sub> )		
1	Низкая себестоимость работ (S <sub>351</sub> )	1,56
2	Высокие урожаи (S <sub>352</sub> )	1,25
3	Занятость населения (S <sub>353</sub> )	0,94
4	Налоговая политика (S <sub>354</sub> )	0,625
5	Инвестиции (S <sub>355</sub> )	0,31
6 Плотность и рациональное размещение предприятий (S <sub>36</sub> )		
1	Расстояние перевозок ремонтных объектов (S <sub>361</sub> )	0,94
2	Количество ремонтируемых машин (S <sub>362</sub> )	0,70
3	Программа ремонтного предприятия (S <sub>363</sub> )	0,47
4	Количество трудовых ресурсов (S <sub>364</sub> )	0,23

<b>S<sub>4</sub> Уровень влияния человека (Y<sub>нк</sub>)</b>		
1 Уровень теоретической подготовки (S <sub>41</sub> )		
1	Знание конструкций тракторов, автомобилей и СХМ (S <sub>411</sub> )	5
2	Знание организационных основ технологии производства полевых механизированных работ и агротехники (S <sub>412</sub> )	4
3	Знание организации ТО и ремонта машин (S <sub>413</sub> )	3
4	Знание правил хранения сельскохозяйственной техники (S <sub>414</sub> )	2
5	Знание основ организации и управления производством (S <sub>415</sub> )	1
2 Уровень практической подготовки (S <sub>42</sub> )		
1	Качество выполнения операций ТО и ремонта машин (S <sub>421</sub> )	5
2	Качество выполнения полевых механизированных работ (S <sub>422</sub> )	4
3	Качество подготовки машин и орудий (S <sub>423</sub> )	3
4	Качество подготовки полей (S <sub>424</sub> )	2
5	Знание и соблюдение правил безопасности труда (S <sub>425</sub> )	1
3 Уровень квалификации (S <sub>43</sub> )		
1	Образование (S <sub>431</sub> )	3,75
2	Опыт (S <sub>432</sub> )	2,81
3	Классность (S <sub>433</sub> )	1,87
4	Возраст (S <sub>434</sub> )	0,94
4 Уровень производственной дисциплины (S <sub>44</sub> );		
1	Дисциплина труда (S <sub>441</sub> )	2,5
2	Исполнительность (S <sub>442</sub> )	1,87
3	Добросовестность (S <sub>443</sub> )	1,25
4	Хозяйственность (S <sub>444</sub> )	0,62
<b>S<sub>5</sub> Влияние среды (Y<sub>ср</sub>)</b>		
1 Климат (S <sub>51</sub> )		
1	Близость тропиков (S <sub>511</sub> )	5
2	Близость больших водоемов (S <sub>512</sub> )	3,4
3	Среднемесячная температура воздуха (S <sub>513</sub> )	1,8
2 Осадки (S <sub>52</sub> )		
1	Превышают среднемесячный уровень агротехнической потребности (S <sub>521</sub> )	5
2	Соответствуют среднемесячному уровню (S <sub>522</sub> )	3,75
3	Ниже среднемесячного уровня (S <sub>523</sub> )	2,5
4	Снегозадержание (S <sub>524</sub> )	1,25
3 Особенности полей (S <sub>53</sub> )		
1	Засоренность пнями, наличие других препятствий (S <sub>531</sub> )	3,75
2	Размеры участков (S <sub>532</sub> )	2,81
3	Длина гона (S <sub>533</sub> )	1,87
4	Угол склона (S <sub>534</sub> )	0,94
4 Тип и физико-механические свойства почвы (S <sub>54</sub> )		
1	Механический состав почвы (S <sub>541</sub> )	2,5
2	Удельное сопротивление почвы (S <sub>542</sub> )	1,7
3	Твердость и другие особенности (S <sub>543</sub> )	0,9
5 Продолжительность безморозного периода (S <sub>55</sub> )		
1	Движение воздушных масс (S <sub>551</sub> )	1,56
2	Расположение над уровнем моря (S <sub>552</sub> )	1,17
3	Удаленность от моря (S <sub>553</sub> )	0,78
4	Рельеф (S <sub>554</sub> )	0,39

Полученные по результатам ранжирования наиболее значимые факторы обобщенных показателей ПТЭ по хозяйствам Иркутской области приведены в таблице 2.

Реализация алгоритма (4) позволила исключить из дальнейшего рассмотрения расчетные данные уровня ПТЭ, которые имели нулевые оценки (погрешность более 50 %).

Выведенное с учетом этого уравнение регрессии (5) позволило получить количественную оценку комплексного показателя уровня ПТЭ (табл. 3).

$$Y_{птэ} = 0,056 + 0,191Y_{нэ} + 0,183Y_{мэ} + 0,230Y_{нр} + 0,188Y_{нк} + 0,243Y_{ср}. \quad (5)$$

Качественная оценка показателя уровня ПТЭ проводилась с использованием шкалы Чеддока [3].

Таблица 2

Обобщенные данные уровня ПТЭ общественных акционерных хозяйств

Показатель	СПК «Тыретский»	ОАО «Родники»	СПК «Троицкое»	РЭБ Флота	ОАО «Восход»	ОАО «Свинокомплекс»	СХОА О «Белореченское»	ОАО «Русь»	ОАО им Балтахинова	ОАО «Восход»	ОАО «Автотор»	ОАО «Саянский бройлер»	ОАО «Коршуновский»	СПК «Сибирь»	ЗАО «Иркутские семена»	ОАО «Годовщина Октября»
Упэ	0,299	0,250	0,286	0,260	0,236	0,264	0,286	0,269	0,255	0,311	0,289	0,258	0,283	0,254	0,236	0,280
Утэ	0,280	0,270	0,296	0,285	0,243	0,265	0,305	0,272	0,246	0,314	0,298	0,269	0,269	0,246	0,229	0,264
Упр	0,261	0,202	0,239	0,224	0,217	0,219	0,306	0,227	0,226	0,268	0,226	0,221	0,228	0,219	0,199	0,228
Упк	0,377	0,302	0,357	0,356	0,286	0,321	0,360	0,339	0,308	0,280	0,280	0,321	0,336	0,290	0,277	0,331
Уср	0,276	0,236	0,285	0,194	0,24	0,267	0,254	0,258	0,249	0,303	0,293	0,266	0,192	0,257	0,230	0,262

Таблица 3

Комплексный показатель уровня ПТЭ акционерных общественных хозяйств

Показатель уровня ПТЭ	СПК «Троицкое»	СПК «Тыретский»	ОАО «Саянский бройлер»	ОАО им. Балтахинова	ОАО «Свинокомплекс»	СПК «Сибирь»	ЗАО «Иркутские семена»	ОАО «Годовщина Октября»	СХОА О «Белореченское»	ОАО «Коршуновский»	ОАО «Русь»
Количественный	0,49	0,61	0,64	0,48	0,64	0,61	0,64	0,48	0,68	0,43	0,61
Качественный	Н	С	С	Н	С	С	С	Н	С	Н	С

Примечание. Н – низкий; С – средний.

Выявленные в ходе исследования результаты показали, что на предприятиях сельских товаропроизводителей уровень ПТЭ сельскохозяйственной техники имеет низкие оценки. Даже крепкие хозяйства, ежегодно обновляющие технический потенциал, в том числе за счет приобретения импортной техники, по уровню ПТЭ находятся в зоне низких и средних оценок. Это свидетельствует о том, что перед системой эксплуатации сельскохозяйственной техники стоит задача повышения эффективности сельскохозяйственного производства региона.

### Вывод

Разработанная методика определения комплексного показателя оценки уровня производственно-технической эксплуатации МТП основана на выделении пяти групп показателей, характеризующих результативность организационно-технических и технологических мероприятий по обеспечению качества процесса эксплуатации МТП, технического и ремонтного обслуживания техники, степень реализации вопросов материально-технического обеспечения и подготовки квалифицированных кадров, позволяет достаточно просто и объективно, при прочих равных условиях, оценить закономерности изменения состояния парка машин и применить их при разработке рекомендаций по улучшению его производственно-технической эксплуатации.

### Библиография

1. Антонец Д.А. Теоретические основы количественной оценки уровня технической эксплуатации тракторов // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. – № 6. – С. 2–4.
2. Бураев М.К. Комплексный подход к обеспечению работоспособности машинно-трак-

торного парка (МТП) // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2006. – № 8. – С. 2–5.

3. *Верхозин А.И., Терских И.П.* Оценка производственной деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств по комплексному показателю // Механизация и электрификация с/х. производства в условиях Восточной Сибири: юбилейный сб. науч. тр. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 1999. – С. 107–112.

#### Bibliography

1. *Antonets E.A.* Theoretical fundamentals of quantitative estimation of tractors technical operation level // *Tekhnika v selskom khozaystve*. – 1989. – N 6. – P. 2–4.

2. *Buraev M.K.* A comprehensive approach to ensure the maintenance of machine & tractor fleet (MTF) // *Remont, Vosstanovlenie, Modernizatsiya (Repair, Reconditioning, Modernization)*. – 2006. – N 8. – P. 2–5.

3. *Verkhozin A.I., Terskikh I.P.* Assessment of the production activity of peasant farms according to the integrated indicator // *Mechanization and electrification of agricultural production in conditions of East Siberia* : Festschrift. – Irkutsk, 1999. – P. 107–112.