

10. Улезько, А.В., Пашина, Л.Л. Рынок продовольственных ресурсов в системе обеспечения продовольственной безопасности Дальнего Востока: монография / А.В. Улезько, Л.Л. Пашина. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С.107-112.

References

1. Information on the development of agricultural production of the Amur Region for 2016. [Electronic resource]. - Access mode: http://agrovesti.net/amurskaya_oblast/informatsiya-po_razvitiuu_selskochozya-ystvennogo_proizvodstva_amurskoy_oblasti_za_2016_god.html

2. Malashonok, A.A., Pashina, L.L. The formation concept of the soybean cluster in agro-industrial complex of the Amur Region / A.A. Malashonok, L.L. Pashina // Far-Eastern Agricultural Bulletin. - 2016. - No. 2 (38). - P.122-127.

3. Availability of tractors, combines and agricultural machines and their provision for the agricultural organizations as of January 1, 2017 [Electronic resource]. - Access mode: http://amurstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/resources/ff0334804366c9b98f48cf74665da2b8/15_1_11.htm

4. The volume of production of agricultural products in 2016 [Electronic resource]. - Access mode: <http://amurstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/en/news/rss/072d25004fd97b5ab7d1bfa19f9463e4>

5. Main indicators of the agro-industrial complex development in the Amur Region for 2011-2015 [Electronic resource]. - Mode of access: <http://www.agroamur.ru>

6. Sown areas and gross collections of agricultural crops in farms of all categories. Final results [Electronic resource]. - Access mode: http://amurstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/amurstat/resources/343d9d0042ebce388be0bf6d1d1cfc75/15_1_4.htm

7. Information on the availability and distribution of agricultural lands in the Amur Region [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.agroamur.ru>

8. The state of animal husbandry in agricultural organizations. [Electronic resource]. - Access mode: http://amurstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/amurstat/resources/0b1e28804369d7d987f0c774665da2b8/15_1_6.htm

9. Strategy of machine-technical modernization of agriculture in Russia for the period until 2020 / U.F. Lachuga and others: - M.: FGNU "Rosinformagrotekh", 2009. - P.3-5.

10. Ulez'ko, A.V., Pashina, L.L. The market of food resources in food security system in the Far East: monograph / A.V. Ulez'ko, L.L. Pashina. - Voronezh: FSBEF HPE Voronezh State Agricultural University, 2014. - P.107-112.

УДК 629.114.2.004.54

ГНТИ 68.85.83

Чубарева Н.В., аспирант;

Чубарева М.В., канд. техн. наук;

Хабардин В.Н., д-р техн. наук

Иркутский государственный аграрный университет,

п. Молодежный, Иркутский р-н., Иркутская обл., Россия

E-mail: chubarevamarina@rambler.ru

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ МАШИН В ПОЛЕ

Известно, что условия труда оператора по техническому обслуживанию (ТО) машин в поле значительно отличаются от условий труда при их обслуживании на стационаре, причем в сторону ухудшения. Безусловно, это приводит к снижению работоспособности оператора, повышению трудоемкости и ухудшению качества проведения работ по ТО машин в поле. Поэтому изучение процесса ТО с учетом условий труда оператора в поле актуально. Представленная в статье методика базируется на результатах теоретических исследований и предусматривает математический аппарат по определению полевых условий труда оператора ТО мобильных машин, контролируемые параметры и средства их измерений, методы контроля параметров, а

также первичную обработку результатов измерений, объем наблюдений и порядок получения информации. При этом основная часть методики посвящена определению условий труда путем преобразования числовых значений различных факторов производственной среды ТО машин из абсолютных величин (например: температура воздуха задана в °C, его влажность – в%, освещенность – в люксах и т.п.) в относительные (безразмерные, в долях единицы) показатели – коэффициенты, учитывающие влияние каждого фактора на условия труда оператора. В конечном итоге, это позволяет суммировать факторы и, следовательно, найти интегральный показатель условий труда. Для простоты понимания этой методической задачи в статье приведены необходимые примеры. Предложенная методика может быть использована при проведении экспериментального исследования процессов ТО машин с целью определения показателей условий и эффективности труда оператора в поле.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МЕТОДИКА, УСЛОВИЯ ТРУДА, ФАКТОРЫ, КОЭФФИЦИЕНТ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, МАШИНА.

UDC 629.114.2.004.54

Chubareva N.V., Postgraduate;

Chubareva M.V., Cand. Tech. Sci.;

Habardin V.N., Dr. Tech. Sci., Professor

Molodezhniy Settlement, Irkutsk, Irkutsk Region, Russia

E-mail: chubarevamarina@rambler.ru

MACHINE MAINTENANCE IN THE FIELD: DEFINITION OF MECHANIC'S WORKING CONDITIONS

It is known that mechanic's working conditions in the field significantly differ from the maintenance station working conditions. Moreover field conditions are not so good as at the maintenance stations. Of course this leads to the reduction of mechanic's working capacity, higher labour-intensiveness, degradation of the machines maintenance in the field. Therefore it is necessary to study the process of the machines maintenance and mechanic's working conditions in the field. The methods presented in the article are based on the results of theoretical investigations and provides the following: mathematical apparatus for definition of mechanic's field working conditions concerning mobile machines maintenance; controlled parameters and means of their measurements, methods of parameters control, as well as primary processing of the results of measurements; the volume of observations and the data accessing order. Herewith the main part of the methods is devoted to definition of working conditions by means of conversion of numeric values of different factors of the machine maintenance working environment from absolute values (e. g. air temperature is given in °C, its moisture – in%, light intensity – in lux and so on) into relative (dimensionless, in fractions) values – coefficients that take into account the effect of each factor upon mechanic's working conditions. Finally it is possible to summarize factors and subsequently find an integral characteristic (index) of working conditions. In order to simplify the understanding of this methodic task, the article gives necessary examples. The offered methods may be used for experimental research into processes of machines maintenance for the purposes of determining the characteristics of the mechanic's working conditions and labor efficiency in the field.

KEY WORDS: METHODS, WORKING CONDITIONS, FACTORS, COEFFICIENT, MAINTENANCE, MACHINE.

Введение. Для однозначности и ясности понимания вначале дадим некоторые пояснения основным терминам, которые будут использованы в дальнейшем.

Условия труда - совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда [1], в нашем случае – при выполнении операций технического обслуживания (ТО).

Полевые условия труда (или условия труда в поле) – совокупность объектов и условий природы в поле или его окрестностях.

Факторы производственной среды применительно к полевым условиям труда – это климатические, биологические и искусственные факторы. Климатические факторы – воздействие на оператора тепла, холода, атмосферного давления, влажности, ветра, атмосферных примесей, агрессивных сред, солнечной радиации [4]. Биологические факторы – воздействие на оператора насекомых: мух, оводов, комаров, мошек, муравьев и др. Искусственные факторы – воздействие на оператора работающего с ним обслуживающего персонала (человека), средств и объектов обслуживания (техники). В данной методике приняты во внимание (для изучения) климатические и биологические факторы, которые являются переменными величинами, по предположению влияющими на результаты эксперимента.

Оператор технического обслуживания – человек, выполняющий работы по ТО.

Известно, что условия труда оператора по ТО машин в поле значительно отличаются от условий труда при их обслуживании на стационаре, причем в сторону ухудшения. Безусловно, это приводит к снижению работоспособности оператора, повышению трудоемкости и ухудшению качества проведения работ по ТО машин в поле. Поэтому изучение процесса ТО с учетом условий труда оператора в поле актуально. Однако до настоящего времени в технической эксплуатации машин, в частности в теории и практике их ТО,

этому вопросу уделяется недостаточно внимания.

Цель исследования - разработать методику экспериментального определения условий труда оператора по ТО машин в поле.

Объект исследования – процесс технического обслуживания машин.

Материал и методы исследования. Разработка методики определения условий труда оператора по ТО машин в поле основана на научных принципах экспериментирования, получения и обработки экспериментальных данных, а также на обобщении и систематизации известных в литературе и практике методических решений.

Результаты и их обсуждение. Методика предусматривает математический аппарат по определению полевых условий труда оператора ТО мобильных машин, контролируемые параметры и средства их измерений, методы контроля параметров, а также первичную обработку результатов измерений, объем наблюдений и порядок получения информации. Представим далее все это более подробно.

Математический аппарат по определению условий труда.

Формулы для определения условий труда получены на основе преобразования числовых значений различных факторов производственной среды ТО машин из абсолютных величин (например: температура воздуха задана в °С, его влажность – в%, освещенность – в люксах и т.п.) в относительные (безразмерные, в долях единицы) показатели – коэффициенты, учитывающие влияние каждого фактора на условия труда оператора. В конечном итоге, это позволяет суммировать факторы, что позволяет найти интегральный показатель условий труда [5].

При этом были приняты во внимание следующие значения факторов, выраженных в абсолютных показателях: $X_{ном}$ - номинальное значение фактора (то есть такое, при котором оператор себя чувствует наиболее комфортно); X_H и X_B –

его нижняя и верхняя доверительные границы; $X_{НП}$ и $X_{ВП}$ – нижнее и верхнее предельные значения фактора, при которых условия труда оператора считаются неудовлетворительными (значения $X_{НП}$ и $X_{ВП}$ вписываются в доверительный интервал – находятся в границах от X_H до X_B); K – коэффициент, учитывающий влияние каждого фактора на условия труда оператора.

Относительные показатели, соответствующие абсолютным, представлены в виде коэффициентов K (в долях единицы): $K_{П}$, $K_{Н}$ – предельное и номинальное значение i -фактора, выраженного через K ; причем $K_{П}$ соответствует $X_{НП}$ или $X_{ВП}$, а $K_{Н}$ соответствует $X_{НОМ.}$

Поскольку K может принимать только одно из двух возможных значений X при $X_{НОМ.} \geq X \geq X_{НП}$ или при $X_{ВП} \geq X \geq X_{НОМ.}$, то и формулы для пересчета (перевода) факторов из абсолютных значений в относительные должны быть представлены также в двух вариантах [5].

Вариант первый:

$$K = K_{Н} - \left(\frac{K_{Н} - K_{П}}{X_{НОМ.} - X_{НП}} \right) (X_{НОМ.} - X) \quad (1)$$

при $X_{НОМ.} \geq X \geq X_{НП}$, $K_{Н} = 1$, $1 > K_{П} \geq 0$, $X_{НОМ.} > X_{НП}$.

Вариант второй:

$$K = K_{Н} - \left(\frac{K_{Н} - K_{П}}{X_{ВП} - X_{НОМ.}} \right) (X - X_{НОМ.}) \quad (2)$$

при $X_{ВП} \geq X \geq X_{НОМ.}$, $K_{Н} = 1$, $1 > K_{П} \geq 0$, $X_{НОМ.} < X_{ВП}$.

Следует отметить, что практически значения $X_{НП}$ и $X_{ВП}$ могут быть приняты исходя из установленных, например нормативами, предельных значений. Кроме того, они могут быть найдены по результатам экспертных оценок специалистов, имеющих опыт ТО машин в полевых условиях.

Поскольку условия труда заданы несколькими, причем независимыми между собой i -факторами, то соответствующий им интегральный показатель вычисляют по формуле [5, 6]:

$$Y_T = \prod_{i=1}^n K_i \quad (3)$$

при $1 \geq K_i > 0$,

где K_i – коэффициенты, относящиеся к i -факторам и учитывающие влияние этих факторов на условия труда оператора.

Практическое применение приведенных формул показано на примерах.

Пример 1. Определить коэффициенты, учитывающие влияние температуры окружающего воздуха на условия труда оператора.

В зависимости от соотношения измеренного значения температуры X окружающего воздуха и ее номинального значения $X_{НОМ.}$ возможно два варианта решения этой задачи:

а) по формуле (1), если $X_{НОМ.} \geq X \geq X_{НП}$;

б) по формуле (2), если $X_{ВП} \geq X \geq X_{НОМ.}$

Исходные данные и решение задачи по первому варианту: $X_{НОМ.} = 21$ °С; $X_{НП} = 5$ °С; $K_{Н} = 1$; $K_{П} = 0,2$; $X = 15$ °С. После подстановки этих значений в формулу (1) получим:

$$\begin{aligned} K &= K_{Н} - \left(\frac{K_{Н} - K_{П}}{X_{НОМ.} - X_{НП}} \right) (X_{НОМ.} - X) = \\ &= 1 - \left(\frac{1 - 0,2}{21 - 5} \right) (21 - 15) = 0,70. \end{aligned}$$

Исходные данные и решение задачи по второму варианту: $X_{НОМ.} = 21$ °С; $X_{ВП} = 35$ °С; $K_{Н} = 1$; $K_{П} = 0,2$; $X = 27$ °С. После подстановки этих значений в формулу (2) получим:

$$\begin{aligned} K &= K_{Н} - \left(\frac{K_{Н} - K_{П}}{X_{ВП} - X_{НОМ.}} \right) (X - X_{НОМ.}) = \\ &= 1 - \left(\frac{1 - 0,2}{35 - 21} \right) (27 - 21) = 0,66. \end{aligned}$$

Таким образом, коэффициенты влияния фактора температуры на условия труда оператора составили 0,70 и 0,66 – соответственно при температуре окружающего воздуха 15 °С и 27 °С. Отклонение полученных коэффициентов от номинального значения, равного 1, соответствует отклонению указанных температур от ее

номинального значения, которое составляет 21 °С. Получается, что условия труда оператора ухудшаются как при снижении, так и при повышении температуры окружающего воздуха относительно ее номинального значения.

Пример 2. Определить условия труда оператора, если $K_T = 0,70$; $K_B = 0,85$; $K_O = 1$, где K_T , K_B и K_O – коэффициенты, учитывающие влияние температуры окружающего воздуха, влажности и освещенности на условия труда оператора.

Решение. Условия труда оператора – по формуле (3):

$$Y_T = \prod_{i=1}^n K_i = 0,70 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,60.$$

Контролируемые параметры и средства их измерений при определении условий труда оператора – по табл. 1, рис. 1.

Методы контроля параметров.

Измерение температуры, влажности, скорости движения воздуха и освещенности проводят в начале, в середине и в конце процесса ТО при соблюдении следующих требований [2]: на высоте 0,1, 1,1 и 1,7 м от основания (поверхности земли) и на расстоянии 0,5 м от обслуживаемой машины; при попадании прямых солнечных лучей в производственную зону (например, при безоблачном небе) измерения осуществляют в указанных точках как в тени, так и на солнце.

Таблица 1

Контролируемые параметры и средства их измерений при определении условий труда оператора

Контролируемые параметры	Средства измерений	Диапазон измерений и погрешность в соответствии с руководством по эксплуатации	Диапазон измерений и погрешность по ГОСТ 30494-2011 [22]
1. Температура воздуха, °С	Анемометр-термометр Аеро Темр	От 0 до 50; абсолютная: ± 1,2 °С	От 5 до 40; предельное отклонение: 0,1 °С
2. Скорость движения воздуха, м/с	Анемометр-термометр Аеро Темр	От 0,04 до 30; ± (3% + 0,2 м/с)	От 0,05 до 0,6; предельное отклонение: 0,05
3. Относительная влажность воздуха, %	Многофункциональный тестер окружающей среды DVM401	От 25 до 95; ± 5% при 25 °С	От 10 до 90; предельное отклонение: 5,0
4. Освещенность, лкx	Многофункциональный тестер окружающей среды DVM401	От 0,01 до 20000; ± 5%	Не регламентированы
5. Шум фоновый, dB	Многофункциональный тестер окружающей среды DVM401	От 35 до 100; ± 3,5 dB при уровне шума 94 dB	Не регламентированы

Измерение шума проводят на высоте 1,1 м от основания в следующих производственных ситуациях: при работающих одновременно средствах и объектах обслуживания – на половине расстояния между ними; только при работающем средстве или объекте обслуживания – на расстоянии 0,5 м от него; при неработающих средствах и объектах обслуживания – также на расстоянии 0,5 м от одной из них.

Первичная обработка результатов измерений на первом этапе сводится к нахождению среднего значения измеряемой величины по каждому z-параметру и выполняется по формуле

$$X_z = \frac{\sum_{l=1}^N X_l}{N}, \quad (4)$$

где X_z – среднее значение z-параметра; X_l – измеренное значение параметра; N – число измерений этого параметра. На следующем этапе по формуле (1) или (2) вычисляют соответствующее этому параметру значение коэффициента. На завершающем этапе по найденным коэффициентам в соответствии с формулой (3) находят интегральный коэффициент, характеризующий условия труда оператора в поле.



Рис. 1. Приборы для контроля параметров условий труда оператора:
 1 – датчик для измерения влажности; 2 – анемометр-термометр AeroTemp;
 3 – секундомер СОСпр-26-2-000; 4 – микрофон для измерения уровня шума; 5 – многофункциональный тестер окружающей среды DVM 401; 6 – фотодетектор для измерения освещенности;
 7 – полуавтоматический тонометр AND UA-604

Первичная обработка результатов измерений на первом этапе сводится к нахождению среднего значения измеряемой величины по каждому z -параметру и выполняется по формуле

$$X_z = \frac{\sum_{l=1}^N X_l}{N}, \quad (4)$$

где X_z – среднее значение z -параметра; X_l – измеренное значение параметра; N – число измерений этого параметра. На следующем этапе по формуле (1) или (2) вычисляют соответствующее этому параметру значение коэффициента. На завершающем этапе по найденным коэффициентам в соответствии с формулой (3) находят интегральный коэффициент, характеризующий условия труда оператора в поле.

Повторность измерений – не менее трех [3].

Объем наблюдений n (объем выборки) – исходя из ошибки (стандарта) m_r , коэффициента корреляции r при $n \geq 30$ и при $r > 3 m_r$, когда r считается надежным [3] – по формуле

$$n = \left(\frac{1-r^2}{m_r} \right)^2 \quad (5)$$

или при $m_r = 0,12$ и $r = 3 m_r = 3 \cdot 0,12 = 0,36$ получим

$$n = \left(\frac{1-0,36^2}{0,12} \right)^2 = 52,6 \approx 53.$$

При этом количество «точек» может быть больше расчетного значения, если $r < 3 m_r$.

Порядок получения информации – при выполнении ТО в крестьянско-фермерских хозяйствах, которые выбирают методом случайной выборки с учетом равномерного распределения ТО-1 и ТО-2 по дням за весенне-летний-осенний период – с 25 апреля по 15 октября.

Выводы. 1. Разработана методика экспериментального определения условий труда оператора по ТО машин в поле, которая предусматривает математический аппарат по определению полевых условий

труда оператора ТО мобильных машин, контролируемые параметры и средства их измерений, методы контроля параметров, а также первичную обработку результатов измерений, объем наблюдений и порядок получения информации.

2. Предложенная методика может быть использована при проведении экспериментального исследования процессов ТО машин с целью определения показателей условий и эффективности труда оператора в поле.

Список литературы

1. ГОСТ 19605-74. Организация труда. Основные понятия. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 1990. - 4 с.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
3. Завалишин, Ф. С. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства / Ф. С. Завалишин, М. Г. Манцев. - М.: Колос, 1982. - 231 с.
4. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / ред. совет: В.С. Авдучевский (пред.) [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986. – Т.1: Методология. Организация. Терминология / под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.
5. Хабардин, В.Н. Математическое описание условий труда при техническом обслуживании машин / В.Н. Хабардин [и др.] // Естественные и технические науки, 2016. - № 2. – С. 146-152.
6. Хабардин, В.Н. Математическое моделирование безопасности технического обслуживания машин / В.Н. Хабардин [и др.] // Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА». - 2015. – Вып. 68. – С. 105-114.

References

1. GOST 19605-74. Organizatsiya truda. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya. (Labour Management. Main Notions. Terms and Definitions), M., Izd-vo standartov, 1990, 4 p.
2. GOST 30494-2011. Zdaniya zhilye i obshchestvennye. Parametry mikroklimate v pomeshcheniyakh (Dwelling and Public Buildings. Parameters of Indoors Microclimate), M., Standartinform, 2013, 12 p.
3. Zavalishin, F. S., Mantsev, M.G. Metody issledovaniy po mekhanizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva (Methods of Research into Mechanization of Agriculture), M., Kolos, 1982, 231 p.
4. Nadezhnost' i effektivnost' v tekhnike: spravochnik: v 10 t. (Machinery Operational Reliability and Effectiveness: Manual: 10 volumes), red. совет.: V.S. Avduevskii (pred.) [i dr.], M., Mashinostroenie, 1986, T.1, Metodologiya. Organizatsiya. Terminologiya, pod red. A.I. Rembezy, 224 p.
5. Khabardin, V.N. Matematicheskoe opisaniye uslovii truda pri tekhnicheskoy obsluzhivaniy mashin (Mathematical Formulation of Machines Maintenance Working Conditions), V.N. Khabardin [i dr.], *Estestvennyye i tekhnicheskyye nauki*, 2016, No 2, PP. 146-152.
6. Khabardin, V.N. Matematicheskoye modelirovaniye bezopasnosti tekhnicheskoy obsluzhivaniya mashin (Mathematical Modeling of Machines Maintenance Safety), V.N. Khabardin [i dr.], *Nauchno-prakticheskii zhurnal «Vestnik IrGSKhA»*, 2015, Vyp. 68, PP. 105-114.