























































$$\varphi'(at+l) + \frac{k}{EA} \varphi(at+l) = \frac{v_n}{a} - \frac{k}{EA} v_n t, \text{ если } \frac{\partial u(l,t)}{\partial t} > 0, 0 \leq t \leq T_n. \quad (25)$$

Для решения данного уравнения его целесообразно представить как

$$\varphi'(at+l) + \beta \varphi(at+l) = \frac{v_n}{a} (1 + \beta l) - \beta \frac{v_n}{a} (at+l), \text{ если } \frac{\partial u(l,t)}{\partial t} > 0, 0 \leq t \leq T_n.$$

где  $\beta = \frac{k}{EA}$  – отношение жёсткости технологической среды к продольной жёсткости поперечного сечения стержня.

Введём переменную  $\xi = at+l$ . В результате получим

$$\varphi'(\xi) + \beta \varphi(\xi) = \frac{v_n}{a} (1 + \beta l) - \beta \frac{v_n}{a} \xi, \text{ если } \frac{\partial u(l,t)}{\partial t} > 0, 0 \leq t \leq T_n. \quad (26)$$

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения (26) представим в виде

$$\varphi(\xi) = C e^{-\beta \xi} - \frac{v_n}{a} \xi + \frac{v_n}{a} \frac{2 + \beta l}{\beta}. \quad (27)$$

Постоянную интегрирования  $C$  найдём из начального условия  $u(l,0) = 0$ :

$$u(l,0) = f(at_0 - l) + \varphi(at_0 + l) = 0, \quad (28)$$

$$f(at_0 - l) = v_n t_0, \quad \varphi(at_0 + l) = C e^{-\beta \xi_0} - \frac{v_n}{a} \xi_0 + \frac{v_n}{a} \frac{2 + \beta l}{\beta}, \quad \xi_0 = at_0 + l.$$

При  $t_0 = 0$  значения  $f(at_0 - l) = 0$  и  $\xi_0 = l$ , а равенство (28) примет вид

$$C e^{-\beta l} - \frac{v_n}{a} l + \frac{v_n}{a} \frac{2 + \beta l}{\beta} = 0, \quad C e^{-\beta l} = \frac{v_n}{a} l - \frac{v_n}{a} \frac{2 + \beta l}{\beta}, \quad C = -\frac{v_n}{a} \frac{2}{\beta} e^{\beta l}. \quad (29)$$

Учитывая (29) в (27), получим

$$\varphi(\xi) = -\frac{v_n}{a} \frac{2}{\beta} e^{-\beta(\xi-l)} - \frac{v_n}{a} \xi + \frac{v_n}{a} \frac{2 + \beta l}{\beta}, \quad 0 \leq t \leq T_n.$$

Так как  $\xi = at+l$ , то

$$\varphi(at+l) = \frac{v_n}{a} \left[ \frac{2}{\beta} (1 - e^{-\beta at}) - at \right], \quad \varphi'(at+l) = 2 \frac{v_n}{a} e^{-\beta at} - \frac{v_n}{a}, \quad 0 \leq t \leq T_n.$$

Перемещение и скорость контактного сечения

$$u(l,t) = f(at-l) + \varphi(at+l) = v_n t + \frac{v_n}{a} \left[ \frac{2}{\beta} (1 - e^{-\beta at}) - at \right] = \frac{v_n}{a} \frac{2}{\beta} (1 - e^{-\beta at}), \quad 0 \leq t \leq T_n,$$

$$\frac{\partial u(l,t)}{\partial t} = a f'(at-l) + a \varphi'(at+l) = 2 v_n e^{-\beta at}, \quad 0 \leq t \leq T_n.$$

Продольная деформация в контактном сечении

$$\frac{\partial u(l,t)}{\partial x} = -f'(at-l) + \varphi'(at+l) = -\frac{v_n}{a} + 2 \frac{v_n}{a} e^{-\beta at} - \frac{v_n}{a} = -2 \frac{v_n}{a} (1 - e^{-\beta at}), \quad 0 \leq t \leq T_n.$$

Основными результатами выполненной работы являются:

- математическая модель взаимодействия падающих волн деформации различной формы с технологической средой при упруго-пластическом контакте;
- процедура перехода описания падающей волны как функции, зависящей от координат на занимаемом участке стержня, к описанию падающей волны в контактном сечении на временном интервале;
- математическое описание падающих волн деформаций различных форм: прямоугольной, линейно возрастающей и линейно убывающей, синусоидальной, экспоненциально возрастающей и экспоненциально убывающей;
- определение параметров формируемой в контактном сечении отражённой волны при падающей волне постоянной интенсивности и построение расчётных зависимостей для определения перемещения и скорости контактного сечения, а также продольной деформации в контактном сечении на интервале  $0 \leq t \leq T_n$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов О. Д., Дворников Л. Т. Бурильные машины. – Москва : Машиностроение, 1976. – 295 с.
2. Алимов О. Д., Дворников Л. Т., Шапошников И. Д. Исследование эффективности формы ударного импульса при вращательно-ударном бурении шпуров // Физ.-техн. проблемы разработки полезных ископаемых. – 1971. – № 5. – С. 51 – 80.
3. Lundberg B., Gupta R. and Andersson L. E. Optimum transmission of elastic waves through joints. *Wave Motion*. – 1979. – № 1. – P. 193–200.
4. Еремьянц В. Э. Влияние формы ударного импульса на процесс взаимодействия инструмента с обрабатываемой средой. – Фрунзе: Илим, 1981. – 60 с.
5. Алимов О. Д., Манжосов В. К., Еремьянц В. Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. – Москва : Наука, 1985. – 354 с.
6. Манжосов В. К. Продольный удар. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 358 с.
7. Nygren T., Andersson L. E. and Lundberg B. Optimum transmission of waves through a non-uniform viscoelastic junction between elastic bars // *European Journal of Mechanics A-solids*. – 1996. – 15, №1. – P. 29–49.
8. Манжосов В. К., Новикова И. А. Преобразование продольной волны деформации на границе сопряжения стержней с упругим элементом // *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени С. П. Королева (национального исследовательского университета)*. – 2011. – №2 (26). – С. 186–193.
9. Шапошников И. Д. Продольный удар. Бурение скважин, влияние стыков штанг // *Современные проблемы теории машин: Материалы 2-й Международной научно-практической конференции*. – Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2014. – С. 111–121.

## REFERENCES

1. Alimov O. D., Dvornikov L. T. *Buril'nye mashiny* [Drilling machines]. Moscow, *Mashinostroenie* [Machine engineering], 1976, 295 p.
2. Alimov O. D., Dvornikov L. T., Shaposhnikov I. D. *Issledovanie effektivnosti formy udarnogo impul'sa pri vrashchatel'no-udarnom burenii shpurov* [Study of the efficiency of the impact pulse shape during rotational impact drilling of boreholes] // *Fiz.-tekhn. problem razrabotki poleznyh iskopaemyh* [Phys.-tehn. problems of mining]. 1971, no 5, pp. 51–80.
3. Lundberg B., Gupta R. and Andersson L. E. Optimum transmission of elastic waves through joints. *Wave Motion*. 1979, no 1, pp. 193–200.
4. Yeremyants V. E. *Vliyanie formy udarnogo impul'sa na process vzaimodejstvija instrumenta s obrabatyvaemoj sredoj* [Influence of the form of shock pulse on the process of interaction of the tool with the processed medium]. Frunze, Ilim, 1981, 60 p.
5. Alimov O. D., Manzhosov V. K., Yeremyants V. E. *Udap. Rasppostpanenie voln defopmacij v udapnyh sistemah* [A impact. Propagation of deformation waves in shock systems]. Moscow, Nauka, 1985, 354 p.
6. Manzhosov V.K. *Prodol'nyj udar* [Longitudinal impact]. Ulyanovsk, UISTU, 2007, 358 p.
7. Nygren T., Andersson L. E. and Lundberg B. Optimum transmission of waves through a non-uniform viscoelastic junction between elastic bars // *European Journal of Mechanics A-solids*, 1996, 15, №1, pp. 29–49.
8. Manzhosov V. K., Novikova I. A. *Preobrazovanie prodol'noj volny deformacii na granice sopryazheniya stержnej s uprugim elementom* [Transformation of longitudinal deformation wave at the interface of rods with elastic element] // *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni S. P. Koroleva (nacional'nogo issledovatel'skogo universiteta)* [Bulletin of Samara state aerospace University named after S. p. Korolev (national research University)]. No 2 (26), 2011, pp. 186–193.
9. Shaposhnikov I. D. *Prodol'nyj udar. Burenie skvazhin, vliyanie stykov shtang* [Longitudinal impact. Drilling of wells, influence of joints of rods] // *Sovremennye problemy teorii mashin: Materialy 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern problems of the theory of machines: Materials of the 2nd International scientific and practical conference]. Novokuznetsk, SibGIU Publishing center, 2014, pp. 111–121.

.....

**Манжосов Владимир Кузьмич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Ульяновского государственного технического университета. Имеет статьи, монографии в области динамики машин, распространения и преобразования продольных волн деформаций в стержнях. [e-mail: v.manjosov@ulstu.ru].

Поступила 10.12.2019 г.

УДК 621.9.025

В. П. ТАБАКОВ, А. В. ЧИХРАНОВ, К. И. БЕРЕЖНОЙ

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ NbN-NbTiZrN

*Представлены результаты по фазовому анализу, параметрам структуры и механическим свойствам многослойных покрытий NbN-NbTiZrN. Показана связь указанных характеристик с конструкцией покрытия и составом функциональных слоёв.*

Ключевые слова: *параметры структуры, механические свойства, нитрид титана, нитрид ниобия*

*Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ – проект № 18-48-730011.*

**Введение.** В последние годы всё большее применение находят многослойные покрытия на основе модифицированного нитрида титана, существенно повышающие эффективность механической обработки [1–6]. Однако в ряде случаев применение режущих инструментов с износостойкими покрытиями, в том числе и с многослойными, не отвечает требованиям производства. Кроме того, возможности модификации нитрида титана практически исчерпаны, что заставляет искать новые составы и конструкции износостойких покрытий. Поэтому разработка новых износостойких покрытий представляет собой актуальную проблему.

**Цель работы:** Исследование параметров структуры и механических свойств многослойных покрытий на основе нитрида ниобия.

**Методика исследований.** Покрытия наносили на установке «Булат-6» на твёрдосплавные пластины МК8 и быстрорежущие пластины Р6М5. Параметры структуры покрытий (периоды кристаллической решётки  $a$  и  $c$ , полуширину рентгеновской дифракционной линии  $\beta_{III}$ ) и остаточные напряжения  $\sigma_0$  определяли на дифрактометре «ДРОН-3М», относительную микродеформацию кристаллической решётки  $\Delta a/a$  и размеры блоков областей когерентного рассеивания (ОКР)  $D$  рассчитывали по методике работы [7]. Микротвёрдость  $H_n$  покрытий, модуль упругости  $E$  и коэффициент интенсивности напряжений  $K_{1C}$ , характеризующий трещиностойкость, определяли по методике, изложенной в работе [8], на микротвердомере Mitutoyo NH-125 с использо-

ванием пирамиды Кнуппа. Адгезионную прочность покрытий оценивали по величине коэффициента отслоения  $K_0$  (меньшее значение коэффициента свидетельствовало о большей адгезионной прочности), определяемого согласно методике работы [1] на твердомере ТК-2М.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Обоснование двухслойной архитектуры покрытий проводили на основе работ [1, 3, 4], согласно которым архитектура многослойных покрытий, предназначенных для токарной обработки, обеспечивающая высокую сопротивляемость процессам трещинообразования, может иметь минимум два слоя. В качестве верхнего слоя следует использовать многоэлементные нитриды, которые обеспечивают благоприятные условия контактного взаимодействия на передней поверхности режущего инструмента, способствующих снижению эквивалентных напряжений, являющихся причиной возникновения в покрытиях трещин в процессе резания. Кроме того, такие нитриды обеспечивают благоприятное тепловое и напряжённое состояние режущего клина инструмента, а их высокие механические свойства и высокий уровень собственных сжимающих остаточных напряжений способствуют формированию в них сжимающих нормальных напряжений, сдерживающих процессы трещинообразования. Высокую прочность адгезии обеспечивают одноэлементные нитриды, которые целесообразно использовать в качестве нижних слоёв многослойных покрытий.

Исходя из вышесказанного, исследовали двухслойные покрытия NbN-NbTiZrN в сравнении с однослойными покрытиями NbN и NbTiZrN. Результаты исследований фазового

состава и параметров структуры покрытий представлены на рис. 1 и табл. 1.

Анализ фазового состава и дифрактограмм покрытий показывает, что изменение состава однослойных покрытий приводит к трансформации их кристаллического строения. Нитрид ниобия NbN имеет гексагональную кристаллическую решётку с преимущественной текстурой (110). Подтверждением этому является наличие на дифрактограмме покрытия дифракционного пика максимальной интенсивности на угле  $2\theta$ , равном  $62^\circ$ , соответствующего кристаллической плоскости (110) гексагональной структуры. Покрытие NbTiZrN имеет тетрагональную кристаллическую решётку с преимущественной текстурой (004). Как следует из рис. 1, б, дифракционный пик максимальной интенсивности наблюдается на угле  $2\theta$ , равном  $41,3^\circ$ , который соответствует кристаллической плоскости (004) тетрагональной кристаллической решётки NbN.

На дифрактограммах двухслойных покрытий NbN-NbTiZrN наблюдаются дифракционные пики на углах  $2\theta$ , равных  $31,4^\circ$  и  $33,4^\circ$ , соответствующие гексагональной структуре (кристаллические плоскости соответственно 002 и 100), и дифракционные пики на углах  $2\theta$ , равных  $35,2^\circ$  и  $41,3^\circ$ , соответствующие тетрагональной структуре (соответственно кристаллические плоскости

112 и 004) (рис. 1, в). При этом интенсивность дифракционных пиков, соответствующих гексагональной структуре, несколько выше, чем для тетрагональной структуры, что объясняется наличием в многослойном покрытии нижнего слоя NbN, имеющего гексагональную кристаллическую решётку.

Параметры структуры зависят от состава покрытий. В случае однослойных покрытий при переходе от одноэлементного покрытия NbN к трёхэлементному NbTiZrN наблюдается снижение остаточных сжимающих напряжений, полуширины рентгеновской линии, повышение относительной микродеформации кристаллической решётки и размеров блоков ОКР (табл. 2). Многослойные покрытия имеют более высокие значения остаточных сжимающих напряжений по сравнению с покрытиями NbTiZrN, но меньше по сравнению с покрытием NbN. Это может быть связано с наличием в многослойном покрытии нижнего слоя NbN, имеющего высокие сжимающие остаточные напряжения. Более высокие сжимающие остаточные напряжения в покрытии NbN по сравнению с покрытием NbTiZrN являются причиной более высоких значений напряжений в твёрдосплавной основе под многослойным покрытием (табл. 2).

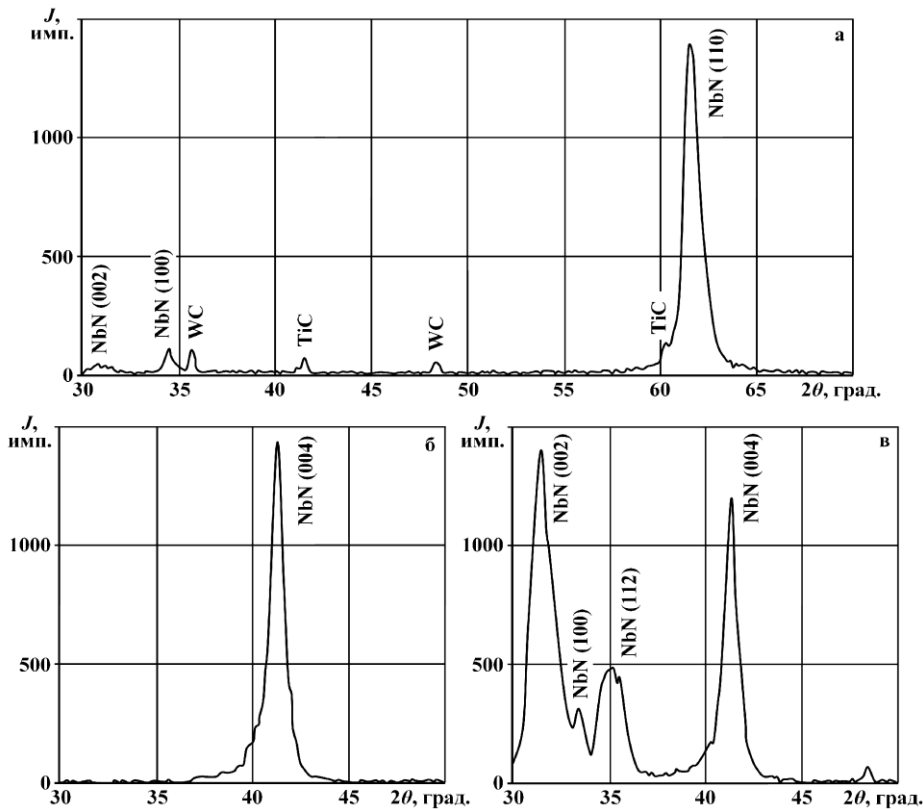


Рис. 1. Фрагменты дифрактограмм покрытий NbN (а), NbTiZrN (б) и NbN-NbTiZrN (в), нанесённых на пластины МК8

Таблица 1

## Фазовый состав покрытий

Угол дифракции $2\theta$ , град	Межплоскост. расстояние $d$ , нм		Относительная интенсивность	HKL	Фаза		Тип решётки
	экперим.	табл.			покрытия	основы	
NbTiZrN							
31,7	0,28226	0,28200	0,64	001		WC	
35,1	0,25566	0,25236	0,004	112	NbN		тетрагональная
35,7	0,25150	0,25000	0,90	100		WC	
41,3	0,11860	0,11708	1,00	004	NbN		тетрагональная
48,4	0,18806	0,18700	1,00	101		WC	
NbN-NbTiZrN							
31,4	0,28489	0,2768	1,00	002	NbN		гексагональная
33,4	0,26827	0,2570	1,00	100	NbN		гексагональная
35,2	0,25495	0,2524	0,40	112	NbN		тетрагональная
41,3	0,21860	0,2171	1,00	004	NbN		тетрагональная
48,4	0,18806	0,1870	1,00	101		WC	

Примечание: инструментальная основа МК8

Таблица 2

## Параметры структуры покрытий

Материал основы	Покрытие	$a$ , нм	$c$ , нм	$D$ , нм	$\Delta a/a \cdot 10^{-3}$	$\beta_{004}$ , град	$\sigma_0$ , МПа
20X13	NbN	0,2994	0,5594	9	8,09	1,13*	-2893±94
	NbTiZrN	0,4402	0,8744	10	10,7	0,95	-1236±161
	NbN-NbTiZrN	0,4438	0,8744	10	10,8	0,95	-1901±380
МК8	NbTiZrN	0,4457	0,8744	10	9,96	0,88	-238±161**
	NbN-NbTiZrN	0,4438	0,8744	12	8,78	0,78	-368±104**

Примечание: \* - измерено по пику 110; \*\* - макронапряжения в твёрдосплавной основе

Таблица 3

## Механические свойства покрытий

Покрытие	$H_\mu$ , ГПа	$E$ , ГПа	$H_\mu/E$	$H_\mu^3/E^2$ , ГПа	$K_{ICP}$ , МПа·м <sup>1/2</sup>	$K_0$
NbN	30,4	452	0,067	0,137	10,94	0,18
NbTiZrN	32,9	496	0,066	0,145	11,84	0,29
NbN-NbTiZrN	34,6	477	0,073	0,182	12,62	0,16

Период кристаллической решётки однослойных трёхэлементных покрытий и многослойных покрытий имеет примерно одинаковые значения (табл. 2).

Результаты измерения механических свойств покрытий представлены в табл. 3.

Как следует из табл. 3, по сравнению с покрытием NbN трёхэлементные однослойные и многослойные покрытия имеют более высокие значения микротвёрдости (на 8,2...13,8 %), модуля упругости (на 9,7...5,5 %), вязкости разрушения (на 8,2...15,3 %). Величина сопротивляемости многослойных покрытий абразивному изнашиванию отличается от однослойных покрытий незначительно, в то время как сопротивляемость пластическому деформированию более высокая (до 25%). Трёхэлементные покрытия

NbTiZrN по сравнению с NbN имеют более низкую прочность адгезии с твёрдосплавной основой. Об этом свидетельствует их более высокие значения коэффициента отслоения, которые в 1,6 раза выше по сравнению с покрытием NbN. Коэффициент отслоения многослойных покрытий NbN-NbTiZrN по сравнению с однослойными NbTiZrN и NbN меньше соответственно в 1,8 раза и 1,12 раза, что свидетельствует об их более высокой прочности адгезии с твёрдосплавной основой.

Анализ параметров структуры и механических свойств многослойных покрытий на основе нитрида ниобия позволяет сделать предположение об эффективности их использования в качестве покрытий режущего инструмента с целью повышения их работоспособности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Табаков В. П. Формирование износостойких ионно-плазменных покрытий режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 2008. – 311 с.

2. Vereschaka A., Tabakov V., Grigoriev S., Sitnikov N., Andreev N., Milovich F. Investigation of wear and diffusion processes on rake faces of carbide inserts with Ti-TiN-(Ti,Al,Si)N composite nanostructured coating // *Wear*, 2018, 416–417, pp. 72–80.

3. Табаков В. П., Худобин Л. В. Повышение работоспособности твёрдосплавного инструмента путём направленного выбора механических свойств слоёв многослойного покрытия с учётом функциональных параметров процесса резания // *Упрочняющие технологии и покрытия*. – 2018. – № 9. – С. 414–416.

4. Табаков В. П., Верещака А. С., Верещака А. А., Батако А. Д. Методологические подходы к формированию многослойных покрытий на режущем инструменте // *Вестник машиностроения*. – 2015. – № 9. – С. 82–88.

5. Vereschaka, A., Tabakov, V., Grigoriev, S., Seleznev, A., Shevchenko, S. Effect of adhesion and the wear-resistant layer thickness ratio on mechanical and performance properties of ZrN - (Zr,Al,Si)N coatings // *Surface & Coatings Technology*, 2019, 357, pp. 218–234.

6. Табаков В. П., Чихранов А. В. Повышение работоспособности твёрдосплавного инструмента путём направленного выбора рациональных параметров состава износостойкого покрытия // *СТИН*. – 2016. – №3. – С. 14–18.

7. Горелик С. С., Расторгучев Л. Н., Скаков Ю. А. Рентгеноструктурный и электронно-оптический анализ металлов. – М.: Металлургиздат, 1970. – 366 с.

8. Табаков В. П., Чихранов А. В. Определение механических характеристик износостойких ионно-плазменных покрытий на основе нитрида титана // *Известия Самарского научного центра РАН*. – 2010. – Т. 12, № 4. – С. 292–297.

## REFERENCES

1. Tabakov V. P. *Formirovanie iznosostojkikh ionno-plazmennyykh pokrytij rezhushchego instrumenta* [Formation of wear-resistant ion-plasma coatings of cutting tools]. Moscow, Mashinostroenie, 2008, 311 p.

2. Vereschaka A., Tabakov V., Grigoriev S., Sitnikov N., Andreev N., Milovich F. Investigation of wear and diffusion processes on rake faces of carbide inserts with Ti-TiN-(Ti,Al,Si)N composite nanostructured coating // *Wear*, 2018, 416–417, pp. 72–80.

3. Tabakov V. P., Hudobin L. V. *Povyshenie rabotosposobnosti tverdosplavnogo instrumenta putem napravlennogo vybora mekhanicheskikh svojstv sloev mnogoslojnogo pokrytiya s uchetom funkcional'nykh parametrov processa rezaniya* [Im-

proving the performance of carbide tools by directional selection of mechanical properties of multi-layer coating layers taking into account the functional parameters of the cutting process] // *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya* [Reinforcing technologies and coatings], 2018, 9, pp. 414–416.

4. Tabakov V. P., Vereschaka, A. S., Vereshchaka A. A., Batako A. D. *Metodologicheskie podhody k formirovaniyu mnogoslojnykh pokrytij na rezhushchem instrumente* [Methodological approaches to formation of multi-layer coating on cutting tool] // *Vestnik mashinostroeniya* [Bulletin of mechanical engineering], 2015, 9, pp. 82–88.

5. Vereschaka, A., Tabakov, V., Grigoriev, S., Seleznev, A., Shevchenko, S. Effect of adhesion and the wear-resistant layer thickness ratio on mechanical and performance properties of ZrN - (Zr,Al,Si)N coatings // *Surface & Coatings Technology*, 2019, 357, pp. 218–234.

6. Tabakov V. P., Chihranov A. V. *Povyshenie rabotosposobnosti tverdosplavnogo instrumenta putem napravlennogo vybora racional'nykh parametrov sostava iznosostojkogo pokrytiya* [Improving the performance of carbide tools by directional selection of rational parameters of the composition of the wear-resistant coating] // *STIN* [Machines and tools], 2016, 3, pp. 14–18.

7. Gorelik S. S., Rastorguyev L. N., Skakov Yu. A. *Rentgenostrukturny i elektronnooptichesky analiz metallov* [X-ray Structure and Electron-Optical Analysis of Metals]. Moscow, Metallurgizdat, 1970, 366 p.

8. Tabakov V. P., Chihranov A. V. *Opredeleniye mekhanicheskikh kharakteristik iznosostojkikh ionno-plazmennyykh pokryty na osnove nitrida titana* [Determining the Mechanical Properties of Durable Ion Plasma Coatings Based on TiN] // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN* [Bulletin of Samara RAS Research Center], 2010, 12 (4), pp. 292–297.

•••••

**Табаков Владимир Петрович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инновационные технологии в машиностроении», машиностроительный факультет УлГТУ.

**Чихранов Алексей Валерьевич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Общепрофессиональные дисциплины», Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

**Березной Кирилл Игоревич**, студент третьего курса, машиностроительный факультет УлГТУ.

Поступила 28.11.2019 г.

В. П. ТАБАКОВ, А. В. ЧИХРАНОВ, Я. А. ДОЛЖЕНКО

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НИТРИДА НИОБИЯ

*Представлены результаты исследований по фазовому анализу, параметрам структуры и механическим свойствам покрытий на основе нитрида ниобия. Показана связь указанных характеристик с формоустойчивостью режущего клина инструмента.*

Ключевые слова: параметры структуры, механические свойства, нитрид титана, нитрид ниобия.

*Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ – проект № 18-48-730011.*

**Введение.** Создание высокоэффективного режущего инструмента с износостойкими покрытиями требует непрерывного улучшения эксплуатационных свойств покрытий за счёт поиска новых составов [1–3]. Одним из перспективных материалов для использования в качестве покрытия режущего инструмента можно считать нитрид ниобия, благодаря отличию в лучшую сторону его механических и теплофизических свойств от нитрида титана. Публикации о применении нитрида ниобия или его многоэлементных модификаций в качестве покрытий для режущего инструмента, в том числе и в качестве слоёв многослойных покрытий, в отечественной и зарубежной литературе практически отсутствуют. Имеются публикации об использовании ниобия как легирующего элемента в покрытиях на основе нитрида титана [4]. Показано, что введение ниобия в состав покрытий на основе нитрида титана позволяет изменять механические свойства покрытий и способствует повышению работоспособности режущего инструмента. Немногочисленные работы, в которых рассматривают покрытия NbN в качестве отдельных слоёв или слоёв в многослойных покрытиях типа TiN/NbN, посвящены исследованию деформаций и стабилизации свойств данных покрытий [5].

**Цель работы:** Исследование возможности использования нитрида ниобия и его модификаций в качестве износостойких покрытий.

**Методика исследований.** Исследовали покрытия NbN, NbTiN и NbTiCrN в сравнении с покрытием TiN, которые наносили на твёрдосплавные пластины МК8 производства МКТС и пластины из стали 20Х13. Химический состав покрытий определяли методом количественного рентгеноспектрального анализа на установке

МАР-4 с учётом ZAF-поправок. Параметры структуры покрытий (период кристаллической решётки  $a$  для покрытий TiN,  $a$  и  $c$  для покрытий на основе NbN, полуширину рентгеновской дифракционной линии  $\beta$ ), остаточные сжимающие напряжения  $\sigma_0$  исследовали на дифрактометре «ДРОН-3М», размеры блоков областей когерентного рассеивания (ОКР)  $D$  рассчитывали по методике работы [6]. Микротвёрдость  $H_\mu$ , модуль упругости первого рода  $E$ , и коэффициент интенсивности напряжений  $K_{IC}$  покрытий определяли по методикам, изложенным в работе [7], прочность адгезии покрытий с инструментальной основой оценивали по коэффициенту отслоения  $K_0$ . Также определяли сопротивляемость покрытий абразивному изнашиванию  $H_\mu/E$ , пластическому деформированию  $H_\mu^3/E^2$ .

Результаты исследований и их обсуждение. Многоэлементные покрытия наносили двумя катодами из ниобия, расположенными противоположно друг другу, и составным катодом из титана со вставкой из хрома. Химический состав покрытий представлен в табл. 1. Анализ фазового состава и дифрактограмм покрытий показал, что нитрид ниобия NbN имеет гексагональную кристаллическую решётку. По сравнению с нитридом титана нитрид ниобия имеет более высокие значения полуширины рентгеновской линии  $\beta$  (в 2,6 раза), сжимающих остаточных напряжений  $\sigma_0$  (в 3,1 раза) и меньшие значения размеров блоков ОКР  $D$  (в 2,5 раза).

Введение в состав покрытия NbN Ti и Cr приводит к изменению кристаллического строения покрытия. Многоэлементные покрытия на основе NbN имеют тетрагональную кристаллическую решётку. Как видно из данных табл. 1, изменение кристаллического строения покрытий отражается на параметрах структуры. Много-

элементные покрытия имеют более высокие значения периодов кристаллической решётки, меньшие значения полуширины рентгеновской линии, большие размеры блоков ОКР (в 1,1...1,7 раза). По сравнению с NbN многоэлементные покрытия имеют меньший уровень сжимающих остаточных напряжений (в 1,7...2,3 раза). При переходе от двухэлементных покрытий к трёхэлементным наблюдается тенденция в снижении полуширины рентгеновской линии, остаточных сжимающих напряжений и повышение размеров блоков ОКР.

Исследования механических свойств (табл. 2) показали, что по сравнению с TiN покрытия NbN имеют более высокую микротвёрдость (в 1,2 раза), модуль упругости (в 1,5 раза), трещиностойкость и прочность адгезии (коэффициент отслоения покрытий NbN меньше в 4,1 раза). В то же время они имеют меньшую величину сопротивляемости абразивному изнашиванию  $H_{\mu}/E$  и пластическому деформированию  $H_{\mu}^3/E^2$ . Многоэлементные покрытия, по сравнению с NbN, имеют несколько большую микротвёрдость (до 12%), коэффициент интенсивности напряжений, что свидетельствует об их более вы-

сокой трещиностойкости (на 8,4...29,7%), и меньшую прочность адгезии (коэффициент отслоения многоэлементных покрытий выше в 1,6...2,2 раза по сравнению с NbN). Модуль упругости многоэлементных покрытий несколько ниже, а сопротивляемость абразивному изнашиванию и пластическому деформированию выше, чем у покрытий NbN.

Обобщение полученных данных позволяет отметить, что для покрытий NbN наблюдаются отличные от покрытий TiN закономерности изменения параметров структуры и механических свойств при введении в их состав дополнительных элементов. В отличие от покрытий TiN переход от одноэлементного покрытия NbN к многоэлементным сопровождается уменьшением полуширины рентгеновской линии и остаточных сжимающих напряжений, незначительным ростом микротвёрдости, уменьшением модуля упругости. При этом имеют место закономерности, характерные для покрытий TiN, – рост трещиностойкости и снижение прочности адгезии при наличии в покрытии дополнительных легирующих элементов [8].

Таблица 1

Химический состав и параметры структуры покрытий (основа – сталь 20X13)

Покрытие	Содержание элементов, % ат.			a, нм	c, нм	$\beta_{004}$ , град	D, нм	$\sigma_0$ , МПа
	Nb	Ti	Cr					
TiN	-	100	-	0,42525	-	0,44*	23	-920±84
NbN	100	-	-	0,2994	0,5594	1,13**	9	-2893±94
NbTiN	55,6	44,4	-	0,4358	0,8704	0,86	11	-1744±313
NbTiCrN	43,8	48,1	8,1	0,4403	0,8535	0,84	11	-1234±597

Примечание: \*, \*\* - измерено соответственно по пикам (111) и (110)

Таблица 2

Механические свойства покрытий (основа – твёрдый сплав МК8)

Покрытие	$H_{\mu}$ , ГПа	$K_0$	$K_{IC}$ , МПа·м <sup>1/2</sup>	E, ГПа	$H_{\mu}/E$	$H_{\mu}^3/E^2$ , МПа
TiN	24,7	0,5	9,23	315	0,078	0,152
NbN	29,8	0,12	9,78	467	0,064	0,121
NbTiN	31,8	0,23	12,01	449	0,07	0,159
NbTiCrN	33,4	0,26	12,69	448	0,075	0,186

Влияние состава покрытия на изменение температур на передней поверхности режущего инструмента

Покрытие	$\lambda$ , Вт/(м·°С)	$T_{нпр}$ , °С	$T_{max}$ , °С	$\Delta T_n$ , °С
TiN	29,3	815	1108	12
NbN	3,77	801	1057	90

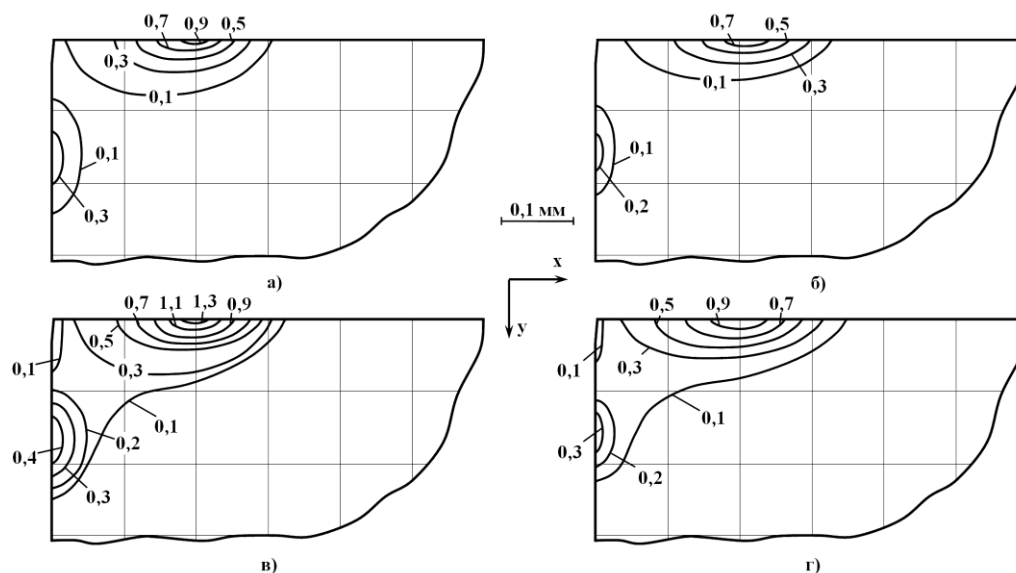


Рис. 1. Распределение пластических деформаций  $\varepsilon_y$  (%) в режущем клине инструмента из твёрдого сплава МК8 с покрытием TiN (а, в) и NbN (б, г) после 5 мин (а, б) и 15 мин (в, г) работы

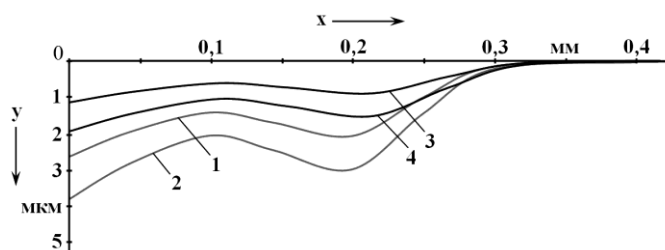


Рис. 2. Изменение формы режущего клина твёрдосплавного инструмента с покрытиями TiN (1, 2) и NbN (3, 4) в зависимости от времени работы: 1, 3 – 5 мин; 2, 4 – 15 мин

Используя методику работы [9] провели оценку формоустойчивости режущего клина твёрдосплавного инструмента с покрытиями NbN при продольном точении заготовок из конструкционной стали 30ХГСА. Определение контактных характеристик процесса резания, температур и напряжений, действующих в режущем клине инструмента, проводили путём аналитического расчёта действующих на передней и задней поверхностях режущего клина инструмента удельных нагрузок и температур с последующим численным расчётом методом конечных элементов с использованием пакета программ ANSYS.

Проведённые расчёты (табл. 3) показывают, что использование покрытия NbN толщиной 5 мкм позволяет снизить температуру теплового потока на передней поверхности режущего инструмента  $\Delta T_n$  на 90°С, в то время как применение покрытия TiN приводит к уменьшению температуры лишь на 12°С.

Снижение контактных температур совместно с контактными нормальными и касательными напряжениями при увеличении длины контакта стружки с передней поверхностью приводит к изменению теплового и напряжённого состояния режущего клина инструмента с покрытием NbN.

При использовании покрытия NbN по сравнению с покрытием TiN наблюдается смещение изотерм температурных полей и изобар напряжений в режущем клине инструмента в сторону от задней поверхности и режущей кромки. Причиной этого является большая длина контакта стружки с передней поверхностью по сравнению с покрытием TiN. Более существенное снижение контактных температур на передней поверхности режущего инструмента при использовании покрытия NbN приводит к меньшему прогреву инструмента, что проявляется в смещении изотерм по направлению к передней поверхности.

Используя полученные данные по тепловому и напряжённому состоянию и рекомендации работы [9], было получено распределение относительных пластических деформаций при ползучести в режущем клине инструмента из твёрдого сплава МК8 (рис. 1). Как видно, деформации ползучести подвергаются слои инструментальной основы, прилегающие к передней по длине контакта со стружкой и задней поверхностям. Максимальная деформация на передней поверхности имеет место на середине контакта стружки с передней поверхностью, где высокий уровень контактных температур интенсифицирует процессы ползучести. Деформации ползучести со стороны задней поверхности также максимальны в области наибольших температур. Как следует из рис. 2, с повышением времени работы твёрдосплавных пластин возрастает как величина пластических деформаций, так и область её распространения. Используя полученные данные по тепловому и напряжённому состоянию, определили величину пластических деформаций вершины режущего клина инструмента, вызванных ползучестью инструментального материала. Как следует из рис. 2, использование нитрида NbN в качестве покрытий для режущего инструмента по сравнению с TiN, обеспечивает снижение величины деформаций в 2,1...2,5 раза, что свидетельствует о большей формоустойчивости режущего клина и более благоприятном теплонапряжённом состоянии.

Анализ полученных результатов позволяет отметить, что повышение формоустойчивости режущего клина инструмента с покрытием NbN связано как с изменением контактных процессов, протекающих на передней и задней поверхностях режущего инструмента, так и со снижением величины тепловых потоков, поступающих в инструментальный материал. Причём наибольшее влияние на снижение деформаций вы-

сокотемпературной ползучести оказывает именно теплобарьерная функция данного покрытия.

Полученные данные по механическим свойствам многоэлементных покрытий на основе NbN и оценка формоустойчивости режущего клина инструмента с покрытием NbN позволяют сделать заключение, что применение нитрида ниобия и его модификаций может повысить эффективность режущего инструмента по сравнению с традиционным покрытием нитрида титана.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tabakov V. P., Vereschaka A. S. Development of technological means for formation of multilayer composite coatings, providing increased wear resistance of carbide tools, for different machining condition // *Key Engineering Materials*, 2014, 581, pp. 55–61.
2. Tabakov V. P. The Influence of Machining Condition Forming Multilayer Coatings for Cutting Tools // *Key Engineering Materials*, 2012, 496, pp. 80–85.
3. Табаков В. П., Чихранов А. В. Повышение работоспособности твёрдосплавного инструмента путем направленного выбора рациональных параметров состава износостойкого покрытия // *СТИН*. – 2016. – №3. – С. 14–18.
4. Cicek H., Baran O., Keles A., Totik Y., Efeoglu I. A comparative study of fatigue properties of TiVN and TiNbN thin films deposited on different substrates // *Surf. Coat. Technol.*, 2017, 332, pp. 296–303.
5. Molina-Aldareguia J. M., Lloyd S. J., Clegg W. J., Odren M., Hultman L., Deformation structures under indentations in TiN/NbN single-crystal multilayers deposited by magnetron sputtering at different bombarding ion energies // *Phil. Mag.*, 2002, 82(10), pp. 1983–1992.
6. Горелик С. С., Расторгуев Л. Н., Скаков Ю. А. Рентгеноструктурный и электронно-оптический анализ металлов. – Москва : Металлургиздат, 1970. – 366 с.
7. Табаков В. П., Чихранов А. В. Определение механических характеристик износостойких ионно-плазменных покрытий на основе нитрида титана // *Известия Самарского научного центра РАН*. – 2010. – Т. 12, №4. – С. 292–297.
8. Tabakov V. P., Chikhranov A. V. Multicomponent nitride coatings for improving tool performance // *Russian engineering research*, 2009, Т. 29, 10, pp. 1047–1053.
9. Табаков В. П., Смирнов М. Ю., Циркин А. В., Чихранов А. В. Оценка формоустойчивости режущего клина инструмента с износостойким

покрытием // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2007. – № 5. – С. 37–41.

#### REFERENCES

1. Tabakov V. P., Vereschaka A. S. Development of technological means for formation of multilayer composite coatings, providing increased wear resistance of carbide tools, for different machining condition // *Key Engineering Materials*, 2014, 581, pp. 55–61.

2. Tabakov V. P. The Influence of Machining Condition Forming Multilayer Coatings for Cutting Tools // *Key Engineering Materials*, 2012, 496, pp. 80–85.

3. Tabakov V. P., Chikhranov A. V. *Povyshenie rabotosposobnosti tverdosplavnogo instrumenta putem napravlennoogo vybora racional'nyh parametrov sostava iznosostojkogo pokrytiya* [Improving the performance of carbide tools by directional selection of rational parameters of the composition of the wear-resistant coating] // *STIN* [Machines and tools], 2016, 3, pp. 14–18.

4. Cicek H., Baran O., Keles A., Totik Y., Efeoglu I. A comparative study of fatigue properties of TiVN and TiNbN thin films deposited on different substrates // *Surf. Coat. Technol.*, 2017, 332, pp. 296–303.

5. Molina-Aldareguia J. M., Lloyd S. J., Clegg W. J., Odren M., Hultman L., Deformation structures under indentations in TiN/NbN single-crystal multilayers deposited by magnetron sputtering at different bombarding ion energies // *Phil. Mag.*, 2002, 82(10), pp. 1983–1992.

6. Gorelik S. S., Rastorguyev L. N., Skakov Yu. A. *Rentgenostrukturny i elektronnooptichesky analiz metallov* [X-ray Structure and Electron-Optical Analysis of Metals]. Moscow, Metallurgizdat, 1970, 366 p.

7. Tabakov V. P., Chikhranov A. V. *Opredeleeniye mekhanicheskikh kharakteristik iznosostoykikh ion no-plazmennykh pokryty na osnove nitrida titana* [Determining the Mechanical Properties of Durable Ion Plasma Coatings Based on TiN] // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN* [Bulletin of Samara RAS Research Center], 2010, 12 (4), pp. 292–297.

8. Tabakov V. P., Chikhranov A. V. Multicomponent nitride coatings for improving tool performance // *Russian engineering research*, 2009, T. 29, 10, pp. 1047–1053.

9. Tabakov V. P., Smirnov M. Yu., Tsirkin A. V., Chikhranov A. V. *Ocenka formoustojchivosti rezhushchego klina instrumenta s iznosostojkim pokrytiem* [Form resistance estimation of the cutting wedge of the tool with a wearproof coatings] // *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya* [Reinforcing technologies and coatings], 2007, 5, pp. 37–41.

•••••

**ТабакOV Владимир Петрович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инновационные технологии в машиностроении», машиностроительный факультет УлГТУ.

**Чихранов Алексей Валерьевич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Общепрофессиональные дисциплины», Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

**Долженко Яна Артуровна**, техник, Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

Поступила 28.11.2019 г.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРИ ЭЛЬБОРОВОМ ШЛИФОВАНИИ ЗАГОТОВОК ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

*Приведены результаты моделирования локальных температур и температур заготовки при шлифовании кругами из эльбора заготовок из титановых сплавов с наложением на заготовку ультразвуковых колебаний (УЗК). Установлено влияние продолжительности контакта абразивного зерна с заготовкой и фазы колебаний на локальные температуры. Выявлены технологические факторы, влияющие на локальные температуры. Наложение УЗК позволяет уменьшить температуру в поверхностных слоях заготовки на 10 %, локальные температуры в зоне контакта зерна с заготовкой и со стружкой – на 10 – 12 и 12 – 14 % соответственно.*

Ключевые слова: титановый сплав, шлифование, температурное поле, эльбор, ультразвуковые колебания, моделирование.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и правительства Ульяновской области (проект 19-48-730002).*

Работоспособность шлифовального круга и качество детали в значительной степени определяются локальными (мгновенными) температурами. На температурное поле существенное влияние оказывают ультразвуковые колебания (УЗК), используемые для повышения эффективности процессов обработки. Численное моделирование температурного поля, в том числе локальных температур, при шлифовании с наложением УЗК выполнено при обработке заготовок из конструкционных и легированных сталей [1–2]. Влияние УЗК на температурное поле при шлифовании заготовок из титановых сплавов кругами из эльбора не установлено.

Модели для расчёта температурного поля [1–3] учитывают зависимости параметров, характеризующих сопротивление материала заготовки диспергированию и теплофизических свойств взаимодействующих объектов (в том числе внешней среды) от температуры, а также изменение кинематики микрорезания при наложении УЗК.

При колебании заготовки в направлении, перпендикулярном обрабатываемой поверхности, глубина внедрения зерна в заготовку зависит от фазы колебания. При фазе  $\varphi = 0$  (рис. 1) при перемещении зерна относительно заготовки глубина внедрения сначала увеличивается, а затем уменьшается. В точке  $l_{\text{нп1}}$  глубина внедрения достигает значения критической глубины микрорезания  $a_{\text{кр}}$ , затем уменьшается, и зерно осуществляет пластическое деформирование материала заготовки. При фазе  $\varphi = 180^\circ$  зерно сначала осуществляет пластическое деформирование (рис. 2), а в конце пути – микрорезание с глубиной внедрения большей, чем без применения УЗК.

Численное моделирование температур выполнено при плоском многопроходном шлифовании периферией круга; материалы заготовки – титановые сплавы ВТ 6 и ВТ 22; материал зерна шлифовального круга – эльбор марки ЛО зернистостью 125/100; рабочая скорость круга  $V_{\text{к}} = 35$  м/с; скорость продольной подачи 10 м/мин; глубина шлифования  $t = 0,015$  мм. Моделировали наложение на заготовку УЗК частотой  $f = 22000$  Гц амплитудой  $A_y = 2$  мкм с различными фазами. Механические и теплофизические характеристики материала заготовки и круга (предел прочности материала заготовки, плотность, коэффициенты теплопроводности и теплоёмкости и др.) в зависимости от температуры определяли по данным [4–7].

При шлифовании заготовок из ВТ 22 без наложения УЗК ( $A_y = 0$ ) мощность источника тепловыделения в зоне деформирования  $W_\phi$  увеличивается с увеличением продолжительности контакта зерна

с заготовкой (кривая 1 на рис. 3). При наложении УЗК с фазой  $\varphi = 0^\circ$  в начальный период контакта  $W_\delta$  выше, чем без наложения УЗК, а в конце этого периода – ниже (кривая 2 на рис. 3). При фазе УЗК  $\varphi = 180^\circ$  мощность источника  $W_\delta$  ниже, чем без наложения УЗК, в начальный период и выше в конце периода контакта (кривая 3 на рис. 3).

Мощность источника тепловыделения изменяется идентично изменению глубины внедрения зерна в заготовку (см. рис. 1, 2).

При шлифовании заготовок из ВТ 22 без наложения УЗК локальные температуры увеличиваются с увеличением продолжительности контакта зерна с заготовкой на начальном этапе и незначительно снижаются на заключительном (кривые 1 на рис. 4). При наложении колебаний с фазой  $\varphi = 0^\circ$  локальные температуры в начальный период контакта зерна с заготовкой незначительно выше, чем при  $A_y = 0$  (кривые 2 на рис. 4). На заключительном этапе контакта температура при наложении УЗК ниже, поскольку ниже глубина внедрения зерна в заготовку и мощность тепловыделения. При фазе колебаний  $\varphi = 180^\circ$  в начальный период как глубина внедрения зерна и мощность тепловыделения, так и локальные температуры ниже, чем без наложения УЗК (кривые 3 на рис. 4).

При амплитуде колебаний  $A_y = 2$  мкм средняя температура в зоне контакта зерна с заготовкой (среднее арифметическое значение, зафиксированное при фазах  $\varphi = 0, 90, 180$  и  $270^\circ$ ) оказалась ниже на 10–12%, температура в зоне контакта со стружкой – на 12–14%, чем без наложения УЗК ( $A_y = 0$ ). При наложении УЗК амплитудой  $A_y = 2$  мкм температура в поверхностных слоях заготовки из сплава ВТ 22 на глубине до 6 мкм оказалась ниже на 10% в сравнении с обработкой без наложения УЗК (рис. 5). Температура в более глубоких слоях при наложении УЗК снизилась в меньшей степени.

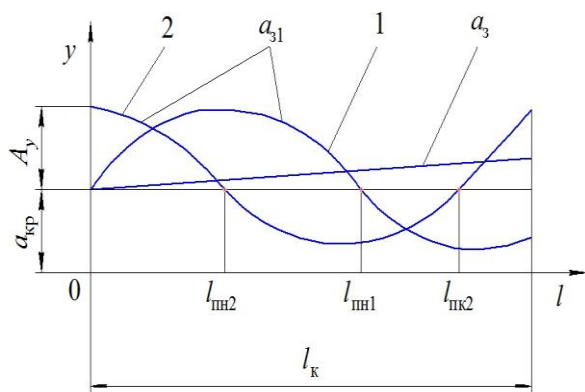


Рис. 1. Колебания заготовки в направлении  $y$  по длине  $l$  контакта при фазах  $\varphi = 0$  (1) и  $90^\circ$  (2)

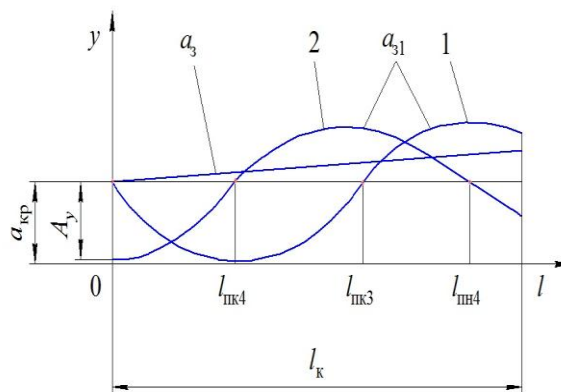
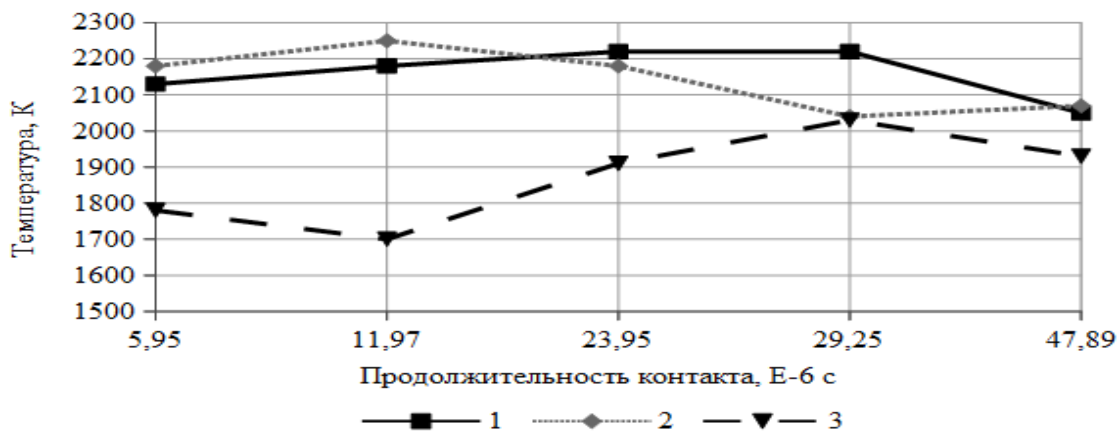


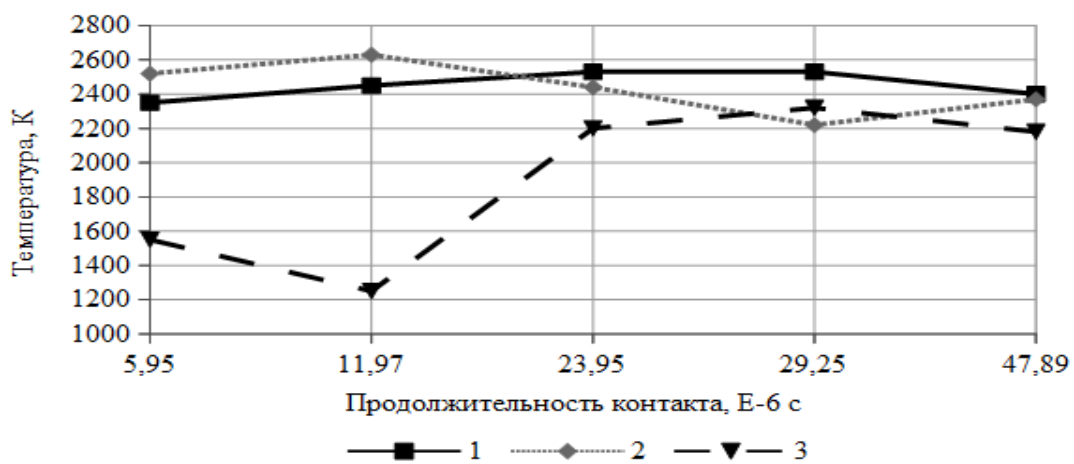
Рис. 2. Колебания заготовки в направлении  $y$  по длине  $l$  контакта при фазах  $\varphi = 180$  (1) и  $270^\circ$  (2)



Рис. 3. Зависимость мощности источника тепловыделения  $W_\delta$  от продолжительности контакта зерна с заготовкой: 1 –  $A_y = 0$  мкм; 2 –  $A_y = 2$  мкм,  $\varphi = 0^\circ$ ; 3 –  $A_y = 2$  мкм,  $\varphi = 180^\circ$



а)



б)

Рис. 4. Зависимость температуры в зоне контакта зерна с заготовкой (а) со стружкой (б) от продолжительности контакта: 1 –  $A_y = 0$  мкм; 2 –  $A_y = 2$  мкм,  $\varphi = 0^\circ$ ; 3 –  $A_y = 2$  мкм,  $\varphi = 180^\circ$

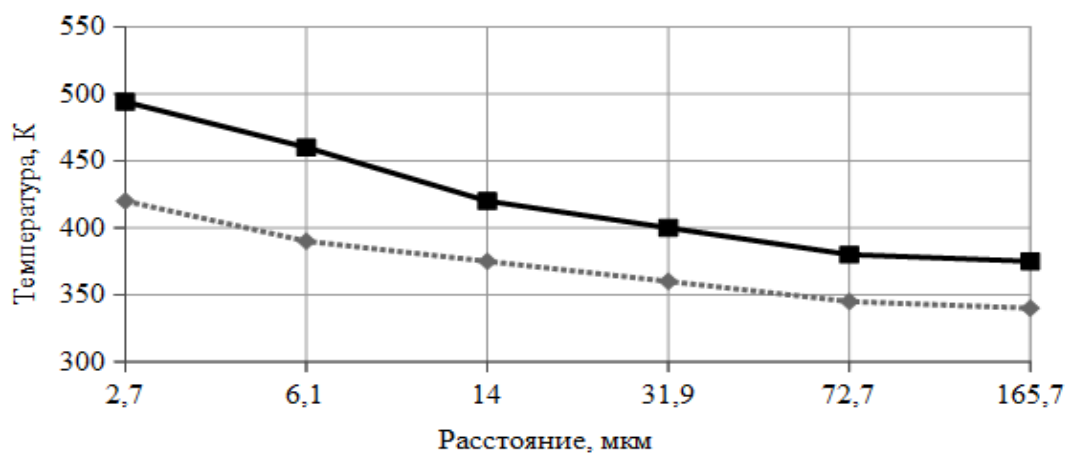


Рис. 5. Зависимость температуры заготовки от расстояния от её поверхности: 1 –  $A_y = 0$  мкм; 2 –  $A_y = 2$  мкм

Для заготовок из сплава ВТ 6 мощность источников тепловыделения оказалась ниже в 1,6–1,7 раза, а локальные температуры и температуры в поверхностных слоях заготовки – в 1,5–1,6 раза. Теплофизические свойства сплавов ВТ 6 и ВТ 22 отличаются незначительно. Предел прочности сплава ВТ 6 меньше на 15% при температуре 20°C, а с увеличением температуры эта разница увеличивается. Это является причиной более низкого значения интенсивности напряжений в зоне деформирования зерном материала заготовки из сплава ВТ 6, которая функционально связана с мощностью источников тепловыделения [3].

В результате установлено, что наложение УЗК позволяет уменьшить температуру в поверхностных слоях заготовки на 10%, локальные температуры в зоне контакта зерна с заготовкой и со стружкой – на 10–12 и 12–14% соответственно. Установлено влияние фазы УЗК на мощности источников тепловыделения и локальные температуры в зависимости от продолжительности контакта зерна с заготовкой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Унянин А. Н. Исследование температур при шлифовании с наложением ультразвуковых колебаний // Вектор науки ТГУ. – 2015. – №2 (32-2). – С. 191 – 195.
2. Унянин А. Н., Сарайнов Н. Е. Моделирование температурного поля при шлифовании кругами из эльбора с наложением ультразвуковых колебаний // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 8: В 2 ч. Ч. 2. Тула: Изд-во ТулГТУ, 2017. – С. 112–120.
3. Худобин Л. В., Унянин А. Н. Минимизация засаливания шлифовальных кругов. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 298 с.
4. Бокучава Г. В. Трибология процесса шлифования. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1984. – 238 с.
5. Илларионов А. Г., Попов А. А. Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 137 с.
6. Цвиккер У. Титан и его сплавы. – Берлин – Нью-Йорк. – 1974. – Пер. с нем. – Москва : Металлургия, 1979. – 512 с.

#### REFERENCES

1. Unyanin A. N. *Issledovanie temperatur pri shlifovanii s nalozheniem ul'trazvuko-vyh kolebanij* [A research of temperatures during grinding with the application of ultrasonic vibrations] // *Vektor nauki TGU* // [Science Vector of Togliatti state university]. 2015, No 2 (32-2), pp. 191–195.
2. Unyanin A. N., Saraynov N. E. *Modelirovanie temperaturnogo polya pri shlifovanii krugami iz el'bora s nalozheniem ul'trazvukovykh kolebanij* [Modeling of a temperature field during grinding by CBN wheels with the application of ultrasonic vibrations] // *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*. [Izvestiya Tula State University. Technical science]. Vol. 8: in 2 parts. Part 2. Tula: Publishing house TulSTU, 2017, pp. 112–120.
3. Khudobin, L. V., Unyanin A. N. *Minimi-zaciya zasalivaniya shlifoval'nykh krugov*. [To minimize the clogging of grinding wheels]. Ulyanovsk: UISTU, 2007, 298 p.
4. Bokuchava G. V. *Tribologiya processa shlifovaniya*. [Tribology of grinding process]. Tbilisi: Sabchota Sakartvelo, 1984, 238 p.
5. Illarionov A. G., Popov A. A. *Tekhnologicheskie i ekspluatacionnye svojstva titanovykh splavov* [Technological and operational properties of titanium alloys]. *Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta*, [Yekaterinburg, Ural universiry publishing House], 2014, 137 p.
6. Zwicker W. *Titan i ego splavy* [Titanium and its alloys]. - Berlin-New York. 1974. Translation from German. Moscow, Metallurgy, 1979, 512 p.

•••••

**Унянин Александр Николаевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Информационные технологии в машиностроении» УлГТУ.

**Хазов Александр Васильевич**, соискатель кафедры «Информационные технологии в машиностроении» УлГТУ.

Поступила 03.12.2019 г.

Е. Н. ЛЕКСИН, К. С. САВЕЛЬЕВ, Е. С. КИСЕЛЕВ

## ВЫБОР РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АВИАЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Представлена информация об особенностях выбора режущих инструментов для механической обработки заготовок из композиционных материалов с неметаллическими наполнителями. Установлено, что наилучшие результаты обеспечивают твёрдосплавные фрезы SGS серии CCR без износостойких покрытий. Их период стойкости в 11,4 раза выше по сравнению со стандартными твёрдосплавными концевыми фрезами.

Ключевые слова: режущий инструмент, фреза, станок, композиционный материал, обработка резанием.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и правительства Ульяновской области (проект 18-47-730005).

В настоящее время всё более широкое применение в различных отраслях промышленности находят композиционные материалы. Это объясняется ужесточением требований к усталостной прочности, стремлением уменьшения массы, повышением устойчивости деталей и изделий к коррозии, а также необходимостью увеличения их срока службы.

Так, в авиационной технике доля композиционных материалов за период с 1994 по 2009 год выросла более чем в 15 раз, и тенденция дальнейшего увеличения их доли в общей массе самолёта сохраняется (рис. 1).

Несмотря на широкое применение композиционных материалов (прежде всего – с неме-

таллическими наполнителями) в таких высокотехнологичных отраслях производства, как аэрокосмическая промышленность, автомобилестроение и энергетика, вопросы эффективного применения режущего инструмента для их механической обработки пока остаются малоизученными.

К инструменту для механической обработки заготовок из композиционных материалов с неметаллическими наполнителями, например стеклопластика и углепластика, из которых изготавливают сэндвич-панели, предъявляются высокие и разнообразные требования по усталостной прочности и эксплуатационным характеристикам. В процессе обработки этих материалов производители сталкиваются с такими проблемами, как расслоение, перегрев, образование заусенцев на изготавливаемых деталях, абразивный износ режущего инструмента.

При обработке резанием заготовок из композиционных материалов следует использовать специальные инструменты из материалов, обладающих высокой устойчивостью к абразивному износу. К таким материалам наряду с твёрдыми сплавами относятся кубический нитрид бора (CBN) и поликристаллические алмазы (PCD). Альтернативу инструментам с режущими кромками из поликристаллических алмазов и их сравнительно высокой стоимостью, представляют твёрдосплавные инструменты с алмазным покрытием. Обработка резанием заготовок из композиционных материалов обладает рядом особенностей, отличающих её от аналогичной обработки металлических заготовок. Это объясняется их специфичными свойствами и структурой обрабатываемых материалов. Особенности

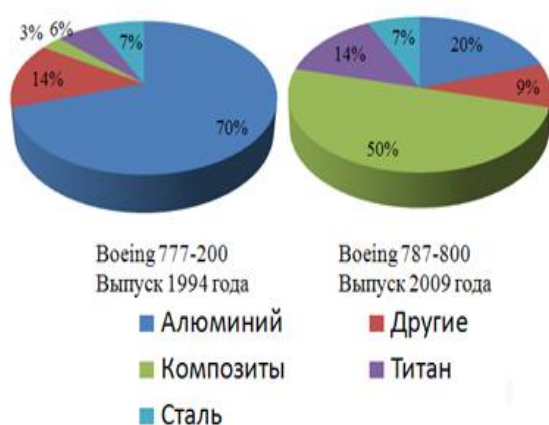
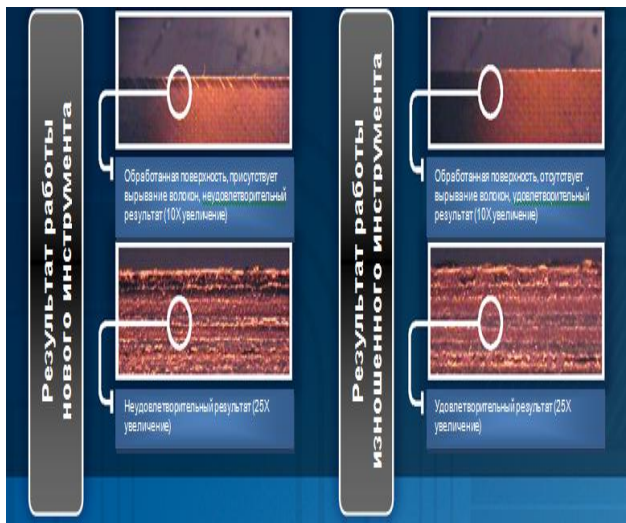
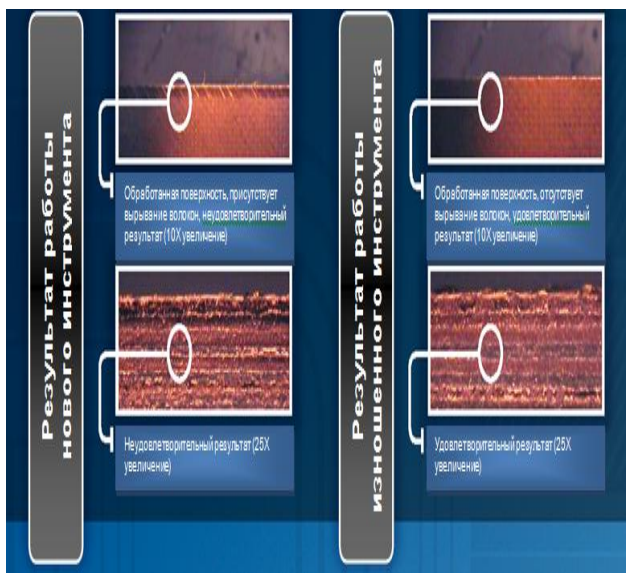


Рис. 1. Применяемые материалы в авиации (по массе) на примере самолётов фирмы Boeing [2]



а)



б)



в)

Рис. 2. Качество обработанной поверхности углепластика новым (а) и изношенным (б) инструментом – роутером (в) диаметром D10 мм фирмы SGS Tool Company (США) [1]

процесса резания композиционных материалов сводятся к следующему:

1. Относительная сложность получения высокого качества поверхности вследствие невысоких прочностных характеристик композиционных материалов, а также из-за их слоистой структуры (рис. 2).

2. Высокая твердость некоторых видов наполнителя.

3. Низкая теплопроводность композиционных материалов, что обуславливает слабый отвод тепла из зоны резания вместе со стружкой и в обрабатываемую заготовку.

4. Абразивное воздействие наполнителя. Наличие в зоне резания твердых составляющих приводит к абразивному износу инструмента.

5. Деструкция полимерного связующего при резании. В результате этого возникает механохимический адсорбционный износ инструмента.

6. Высокие упругие свойства материалов. Увеличение площади контакта упругого композиционного материала с задней поверхностью инструмента, что приводит к повышению значений нагрузки со стороны задней поверхности.

7. При обработке композиционных материалов образуются характерные дефекты поверхности (сколы, расслоения, прижоги), в связи с этим при определении допустимого износа преобладает технологический фактор. Поэтому допустимый износ инструмента при обработке композиционных материалов всегда ниже, чем при обработке металлов.

8. Низкая теплостойкость некоторых составляющих композиционных материалов. При высоких температурах в зоне резания происходит выгорание связующего, на обработанной поверхности появляются прижоги. Поэтому обработка должна выполняться при меньших значениях температур в зоне резания. Это усугубляется еще и тем, что в большинстве случаев не допускается применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), т. к. многие составляющие композиционных материалов обладают таким свойством, как влагопоглощение.

Перечисленные особенности обработки композиционных материалов показывают, что прямой перенос закономерностей процесса резания металлов на эти материалы недопустим. Соответственно, для оптимизации самого процесса резания композиционных материалов, достижения максимальной производительности и требуемого качества поверхности необходим специально подготовленный режущий инструмент, обладающий:

- высокой остротой режущего лезвия;
- повышенными физико-механическими свойствами инструментального материала;

– увеличенными требованиями к качеству подготовки режущих поверхностей и кромки;

– высокими технологическими показателями.

Следовательно, детального изучения и требуют конструктивные особенности инструментов для обработки заготовок из композиционных материалов, свойства и технологические возможности инструментальных материалов для оснащения инструмента, параметры геометрии и микрогеометрии режущих элементов.

Первые полномасштабные исследования основ обработки композитных материалов начали проводить за рубежом в начале 2000-х годов. Основное внимание было сосредоточено на фасонном фрезеровании заготовок из композитных материалов на основе углепластика. К исследованию подключились такие лидеры аэрокосмической промышленности, как BAE Systems, Airbus, Boeing, NASA и GKN Aerospace. На тот момент в отрасли наиболее широко применялись инструменты из поликристаллических алмазов. Поэтому к оснащению технологических процессов изготовления деталей из композиционных материалов были привлечены ведущие поставщики инструментов из поликристаллических алмазов – Hoffmann Group (Германия), Sandvik Coromant (Швеция), SUMITOMO Electric (Япония) и некоторые другие компании. Их режущие инструменты были испытаны на композиционных материалах, которые в последующем стали применяться в производстве самолётов Airbus A350 XWB.

В начале 2008 года компания SGS впервые предоставила компании Airbus специализированный режущий инструмент для обработки заготовок из композиционных материалов на основе углепластика. Первые результаты тестов не выявили каких-либо преимуществ по сравнению с традиционными для Airbus и Boeing инструментами из поликристаллических алмазов. Но с внесением некоторых изменений в существующую конструкцию и совершенствованием режимов обработки было достигнуто существенное увеличение производительности, повышение качества обработанной поверхности и повышение срока службы инструмента (см. рис.2). Дальнейшие контрольные испытания показали, что усовершенствованная конструкция роутера при обработке заготовок на основе углепластика превзошла инструменты из поликристаллических алмазов по многим характеристикам. Такое важное техническое достижение вывело обе компании на первое место в сфере исследования процесса обработки заготовок из композиционных материалов.

По результатам проведённых исследований в ООО ИПК «ХАЛТЕК» были сделаны следующие выводы:

– От величины выбранной скорости резания зависит степень износа инструмента. Наиболее распространённые механизмы износа – абразивный износ и усталостное выкрашивание. Высокая скорость резания ведёт к преждевременной поломке или откалыванию режущей кромки.

– Высокоскоростным режимам резания сопутствует увеличение температуры режущего инструмента и температуры в зоне контакта режущего инструмента с заготовкой. Вследствие этого скопившаяся пыль ведёт к ещё большему засорению зоны возле режущей кромки и её износу. На рис. 3 даны изображения матрицы композиционного материала, полученные с растрового электронного микроскопа с увеличением в 250 раз.

Покрытие оказывает отрицательное воздействие на режущую кромку режущего инструмента при обработке заготовок из композитных материалов. На рис. 4 показаны величины срока службы инструмента без покрытия по сравнению с инструментами с покрытием и инструментами из поликристаллических алмазов.

Конструкция инструмента для обработки композитных материалов на основе углепластика такова, что при обработке на заготовке не остаётся необработанных участков, покровного или основного слоя. По мере увеличения износа инструмента количество необработанных участков увеличивается.

Следует отметить, что в России практически отсутствует сколь-либо существенный опыт и научная база по теме обработки композитных материалов. При изготовлении деталей летательных аппаратов применяются режущие

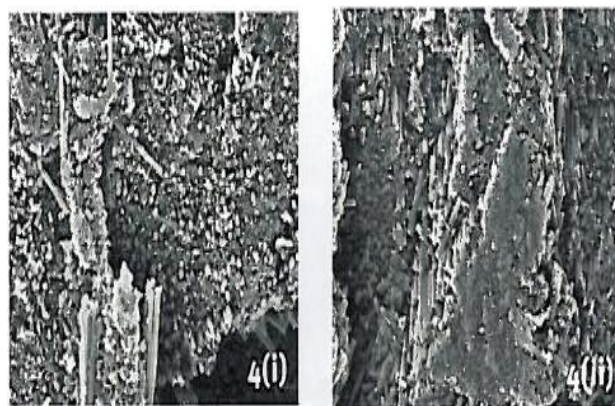


Рис. 3. Изображения, полученные с растрового электронного микроскопа при увеличении в 250 раз, наклон волокна материала 45°. (i) Чистая поверхность резания. (ii) Скопление пыли на поверхности.

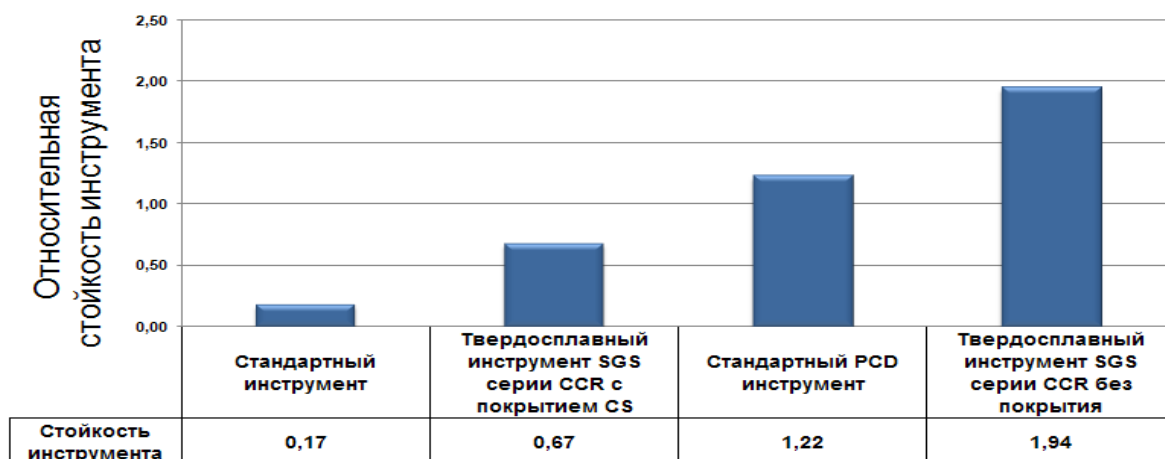


Рис. 4. Показатели срока службы инструмента при обработке композитных материалов на основе углепластика

инструменты главным образом зарубежного производства, а технологический процесс изготовления таких деталей имеет множество недостатков.

Как показали выполненные в ГК «ХАЛТЕК» и ФБГОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» исследования, хорошие перспективы для изготовления деталей из композиционных материалов имеет новая серия фрез SGS 20 CCR.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SGS Tool Company [Электронный ресурс] – <http://www.sgstool.com/cms-assets/documents/80266-140802.composites-launch-9-10-12.pdf>
2. SGS Tool Company [Электронный ресурс] – <http://sgstool.com/cms-assets/documents/91219-930043.sgs-composite-brochurev1212-lo-res.pdf>

#### REFERENCES

1. SGS Tool Company *Elektronnyj resurs* [Electronic resource] – <http://www.sgstool.com/>

[80266-140802.composites-launch-9-10-12.pdf](http://www.sgstool.com/cms-assets/documents/80266-140802.composites-launch-9-10-12.pdf)

2. SGS Tool Company *Elektronnyj resurs* [Electronic resource] – <http://sgstool.com/cms-assets/documents/91219-930043.sgs-composite-brochurev1212-lo-res.pdf>

.....

*Лексин Евгений Николаевич, ООО ИПК «ХАЛТЕК».*

*Савельев Кирилл Сергеевич, аспирант, Ульяновский государственный технический университет.*

*Киселев Евгений Степанович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Инновационные технологии в машиностроении» УлГТУ.*

*Поступила 03.12.2019 г.*

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004

О. М. СЛЕПОВА

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ РОССИЯН: ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

*Анализируется практика использования информационно-цифровых технологий разными группами населения региона в повседневной жизни. На основе результатов авторского исследования выявлены типы жителей с позиции применения информационно-цифровых технологий как адаптивного инструмента. Установлена тесная взаимосвязь уровня использования ИКТ с успешностью адаптации в модернизирующемся обществе.*

**Ключевые слова:** информационно-цифровые технологии, цифровое неравенство, адаптивные практики, типы цифровой активности, ИКТ.

*Статья подготовлена в рамках реализации гранта РФФИ 18-411-730009 – «Информационно-цифровое неравенство и способы его преодоления в регионе».*

Стремительное развитие информационных технологий и компьютеризация всех сфер жизни приобретают характер глобальной технологической революции, которая оказывает возрастающее влияние на политику, экономику, управление, финансы, науку, культуру и другие стороны жизни российского общества. Информатизация даёт толчок инновационным технологиям, но в то же время усиливает процессы поляризации населения по статусам в «цифровом пространстве». Происходит формирование «информационной элиты», «креативного класса», с одной стороны, и увеличение группы людей, оказавшихся в маргинальном положении по отношению к информационно-компьютерным технологиям и пополняющих страту «информационно бедных», с другой. *Цель статьи* – проанализировать типы адаптивных практик россиян и характер использования их представителями цифровых технологий для решения профессиональных, досуговых, образовательных, гражданских вопросов.

Опираясь на типологию адаптационного поведения, представленную М. А. Шабановой [1, с. 25], мы выделили три типа адаптивных практик населения в модернизирующемся обществе: 1) активный – «адаптация как развитие», его представители проявляют инициативу во всех сферах, чтобы быть успешнее (22% от чис-

ла опрошенных); 2) консервативный – «адаптация как защита», защищают и стараются сохранить достигнутое (40%); 3) пассивный – «адаптация как уход от проблем», ничего не предпринимают, считают, что не могут изменить ситуацию в лучшую сторону (38%). Соотнесение этих типов с формами информационно-цифровой активности позволило выделить следующие характеристики.

Различия интереса к ИКТ представителей разных типологических групп связаны с особенностями их состава. Активный тип адаптивного поведения чаще составляют молодые люди от 18 до 35 лет, женщины (63%), жители крупных городов и областных центров (65%); предприниматели и специалисты с высшим образованием социально-гуманитарного, информационно-технологического, естественно-научного профилей (62%); представители базовых, среднедоходных и состоятельных групп населения (72%). В консервативном типе адаптивного поведения равномерно представлены граждане молодой, средней и старшей возрастных групп, а также жители городских и сельских поселений; преобладают работники с начальным и средним профессиональным образованием (71%); семьи, состоящие из родителей и детей дошкольного, школьного возрастов (51%). Пассивный тип адаптивного поведения представляют граждане всех возрастов, жители малых городов и сельских поселений (57%); работники с начальным и

---

© Слепова О. М., 2019

средним профессиональным образованием (79%); семьи, состоящие из пенсионеров и взрослых людей старшего трудоспособного возраста (55%); представители бедных и малообеспеченных страт (61%).

Жители обследованных населённых пунктов Ульяновской области в целом придерживаются позитивной *мотивации* относительно информационных и компьютерных навыков: считают, что цифровые компетенции могут помочь в получении новой работы, повышении самооценки и адаптации к меняющимся условиям жизни. Чаще других в этом убеждены представители активного типа (75%); самый низкий – у тех, кто придерживается пассивных практик (52%) (рисунк 1).

На основе массового анкетного опроса (выборка составила 1080 жителей областного центра, городов и посёлков Ульяновской области) мы проанализировали формы использования интернет-возможностей представителями разных типов в конкретных сферах реальной жизни: образовании, трудовой деятельности, досуге, социально-политической активности.

**Образовательные практики.** Для большинства респондентов (71%) интернет – это средство для личностного роста и развития, освоения новых практик, направлений деятельности, пополнения багажа знаний. В ходе исследования выявлена следующая закономерность: чем выше социальное положение индивидов в профессиональной структуре, тем ярче выражена у них потребность в самообразовании, саморазвитии с использованием передовых технологий. *Активный тип* наряду с практическими формами интернета – видео-уроки (51%), задания и отчёты (48%), видео-конференции (47%) – пользуется

текстами электронных учебников и лекций (42%). Среди представителей *пассивного типа* треть (34%) стремится сохранить свои привычные устои, не принимая участия в образовательных процессах и не пользуясь современными возможностями интернет-технологий. Экстенсивный характер адаптации к современным условиям, низкая информационная грамотность и отсутствие включённости в требования рынка труда снижает использование форм интернета. Промежуточные позиции занимает *консервативный тип* адаптивных практик: потребность пользования образовательными формами интернета составляет всего 30%.

**Трудовые практики.** Активность использования гражданами интернета в трудовой деятельности – показатель внедрения новых технологий в экономику страны. Напрямую реализует свои потребности получения дохода в цифровом пространстве четверть опрошенных. Наиболее привержены заработку в интернете представители активного типа (42%). Два других типа, «консервативные» и «пассивные», пока не столь успешны (15 и 25%). Оценивая интернет как средство обслуживания трудовой деятельности, половина респондентов (53%) отмечает эффективность обмена опытом, удобство повышения квалификации, возможность поиска вакансий на рынке труда (37%). Более разнообразен перечень практик, используемых активным типом. Наряду с обменом опытом (53%) они используют бизнес-аккаунты, рекламу по бартеру (24%). Повышение квалификации (62%) и обмен опытом (59%) отмечают представители консервативного типа. Среди эффективных инструментов активный тип адаптивных практик отмечает популярные социальные сети: Instagram (26%), YouTube,

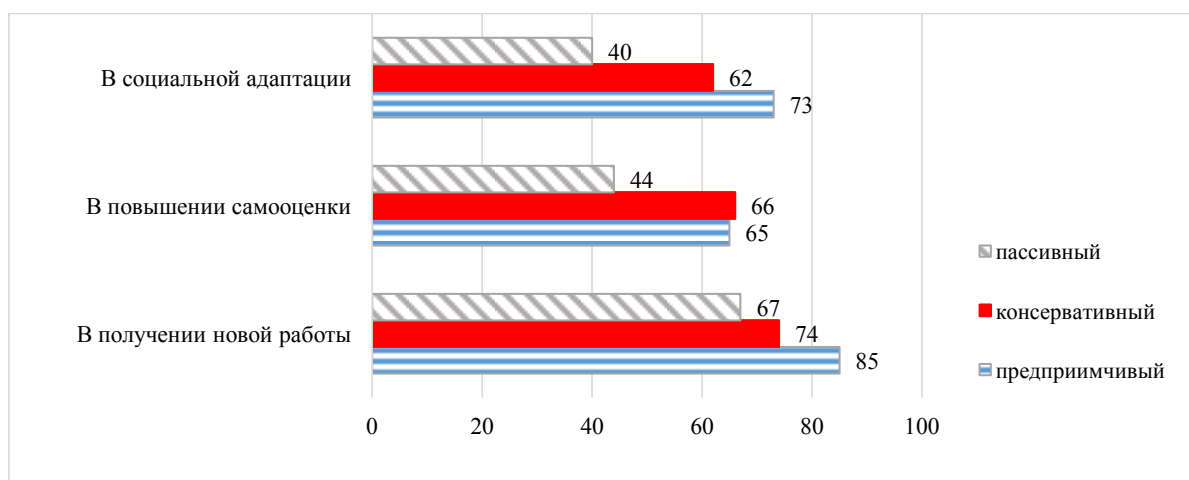


Рис. 1. Роль ИКТ в решении вопросов социальной мобильности в разных типах адаптивного поведения (в %, n = 1250; 2018)

RuTube (21%). Пассивный тип оценивает эффективность по степени легитимности и достоверности, отдавая предпочтение сайтам организаций (27%), чатам в социальных сетях (26%), мессенджерам (25%). У респондентов с разными цифровым, территориальным и экономическим статусами эффективность в выборе интернет-инструментов для трудовой деятельности зависит от уровня ИКТ-компетентности (продвинутые чаще используют профессиональные сети); для жителей крупного города важны сайты организаций (33%), мессенджеры (28%), материального благосостояния.

**Досуговые практики.** Онлайн-досуг респондентов можно охарактеризовать как информационный и коммуникативный: они следят за новостными событиями в стране и в мире (62%), слушают музыку, читают книги и смотрят фильмы (61%), общаются в сетях и на форумах (50%). Однако приверженцев виртуальной жизни больше среди представителей активного типа адаптивного поведения: половина из них отдаёт предпочтение интернет-возможностям в культурном досуге (книги, путешествия); почти две трети (63%) уверены, что интернет-магазины способны заменить реальные торговые центры. Нейтральные позиции занимают представители консервативного и пассивного типов: с одной

стороны, процесс развития новых технологий необратим, с другой стороны, виртуальная жизнь никогда не станет альтернативой реальной.

Покупки через интернет совершают в среднем более трети респондентов (36%). Потребительская активность повышается среди представителей активного типа (51%), пользователей интернета с более высоким цифровым статусом (средним и продвинутым, 57%), жителей крупных городов с доходом не ниже среднего и высоким (59%).

Несмотря на многообразие форм проведения досуга, представители всех типов не отличаются выбором особых интеллектуальных форм. Виртуальные путешествия, музеи, выставки, открывающие пользователю новые возможности изучения мира, пока не стали предметом интереса большинства респондентов (их отметили всего 5%). Разнообразие форм досуга в онлайн-пространстве увеличивается по мере повышения уровня цифровой компетентности; среди продвинутых пользователей распространёнными формами досуга являются: просмотр фильмов, слушание музыки (85%), знакомство с новостями в мире (69%), скачивание программных приложений (36%), ведение блога (45%), поиск партнёров (42%); (таблица 1).

Таблица 1

Формы досуга населения в интернет-пространстве (в % от числа опрошенных; n = 1080, 2019 г.)

	Всего	Типы адаптивных практик			Цифровой статус			Территориальный статус			Экономический статус			
		Активный	Консервативный	Пассивный	Базовый	Средний	Продвинутый	Крупный город	Средний, малый город	Посёлок, село	Бедные	Малообеспеченные	Средние	Состоятельные
<b>Какие из перечисленных действий Вы совершаете в сети Интернет? (Гб)</b>														
Музыка, фильмы, книги	<b>61</b>	<b>70</b>	64	57	59	<b>76</b>	<b>85</b>	<b>67</b>	62	55	<b>70</b>	56	65	63
Новости в мире, стране	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>67</b>	53	61	<b>76</b>	<b>69</b>	63	<b>72</b>	49	47	55	<b>78</b>	62
Общение в сетях	<b>50</b>	<b>65</b>	56	37	52	<b>58</b>	<b>62</b>	55	<b>58</b>	29	51	47	49	<b>61</b>
Компьютер. Игры	24	29	25	22	20	29	<b>32</b>	27	25	18	22	19	<b>30</b>	<b>31</b>
Поиск партнеров	24	24	21	29	20	20	<b>42</b>	29	18	27	18	27	23	29
Покупки	36	<b>51</b>	<b>41</b>	27	25	<b>52</b>	<b>57</b>	<b>49</b>	34	22	21	26	<b>48</b>	<b>52</b>
Сайты знакомств	8	<b>17</b>	5	6	6	9	12	10	8	4	3	7	7	<b>16</b>
Скачиваю программы	20	<b>29</b>	19	16	18	21	<b>36</b>	26	19	10	14	13	<b>28</b>	24
Веду блог, дневник	15	<b>29</b>	10	12	7	16	<b>45</b>	18	16	7	5	6	18	<b>32</b>
Вирт. путешествия	5	5	6	4	6	5	5	5	6	4	0	5	6	8
Никакие	7	4	7	<b>15</b>	6	2	0	5	7	11	<b>18</b>	9	3	2

Интерес населения к социально-политической информации в интернете  
(в % от числа опрошенных; n =1180, 2019 г.)

	Всего	Типы адаптивных практик			Цифровой статус			Территориальный статус			Экономический статус			
		Активный	Консервативный	Пассивный	Базовый	Средний	Продвинутый	Крупный город	Средний, малый город	Посёлок, село	Бедные	Малообеспеченные	Средние	Состоятельные
<b>Ищете ли Вы социально-политическую информацию? (Д1, Д3)</b>														
Да, в интернете	27	38	29	18	27	28	36	39	17	15	20	30	28	18
Да, в спец. блогах, приложениях	5	7	5	2	3	4	16	9	4	1	2	4	6	6
<b>Какую социально-политическую информацию Вы ищете? (Д2)</b>														
Законопроекты, их разъяснение	20	26	19	16	19	23	17	21	15	29	15	21	18	23
О полит.партиях	7	7	7	7	6	8	10	7	8	5	11	8	6	5
О процессе и ходе выборов	10	9	10	19	12	8	13	10	10	10	9	10	10	11
О чиновниках и политиках	8	6	9	8	9	7	9	8	8	8	6	8	8	7
Аналит. материалы	11	9	18	7	12	11	9	12	10	8	16	9	13	9

**Практики социально-политической активности в интернете.** Оценивая интерес населения к социально-политической информации в интернете, отметим его невысокий уровень. Лишь треть пользователей (32%) интересуется событиями в социально-политической сфере: 27% ищут информацию хаотично, задавая запросы в поисковых системах; 5% обращаются за сведениями к специализированным блогам, профессиональным сообществам, компетентным специалистам.

Сфера интересов представителей разных типов различна: к информации гражданско-правового характера тяготеет активный тип (26%); пассивный тип, несмотря на низкий уровень интереса к социально-политической сфере в интернете, отдаёт предпочтение информации о процессе и ходе выборов; аналитические материалы чаще вызывают интерес консервативного типа.

Желание осваивать новые цифровые формы взаимодействия с государственными органами проявляется во всех типах адаптивных практик: четверть респондентов – пользователи портала «Государственные услуги»; 19% – используют интернет для получения сведений о ситуации в населённом пункте, 15% – для реализации по-

требностей в благотворительности; к участию в политических интернет-сообществах стремятся только 5% опрошенных (таблица 2).

Таким образом, анализ использования цифровых технологий в повседневной жизни представителями разных статусных групп и типов адаптивного поведения позволил выявить следующие закономерности. В образовательной деятельности интернет-технологии активно использует треть взрослого населения Ульяновской области; чаще востребованы услуги освоения конкретных знаний и умений – профессиональных, компьютерных, изучение иностранного языка. В трудовой сфере доля потребителей онлайн-услуг несколько выше – около 40%; при этом интернет как инструмент повышения дохода использует только пятая часть жителей – фрилансеры, продвинутые пользователи, жители крупных городов. Возможности интернет-пространства в сфере досуга реализует половина жителей; чаще с целью общения, развлечений, покупок; посещение музеев, выставок и библиотек не приобрело широких масштабов. Практика социально-политической интернет-активности характеризуется низким уровнем: в среднем 15% жителей региона проявляют гражданскую активность на сайтах «Государственные

услуги», фондах благотворительности и в переписке с органами власти.

Невысокий уровень функционального использования информационно-цифровых технологий в повседневной жизни связан с преобладанием традиционалистской стратегии адаптации большей части трудоспособного населения; модернистская стратегия и активные практики характерны лишь для четверти взрослых жителей региона. Необходимы специальные усилия органов управления, институтов образования и культуры, направленные на формирование и поддержание модернистских установок в общественном сознании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шабанова М. А. Массовые адаптационные стратегии и перспективы институциональных трансформаций // Мир России. Социология. – 2001. – №3. – С. 21–35.

#### REFERENCES

1. Shabanova M. A. *Massovyе adaptacionnyе strategii i perspektivy institucional'nyh transformacij* [Mass adaptation strategies and perspectives of institutional transformation] // *Mir Rossii. Sociologiya* [World of Russia. Sociology], 2001, no 3, pp. 21–35.

•••••

*Слепова Ольга Михайловна, аспирант кафедры «Политология, социология и связи с общественностью» Ульяновского государственного технического университета.*

*Поступила 07.10.2019 г.*

УДК 004.9:658.5

Р. А. САЙФУТДИНОВ, А. С. НЯКИНА

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*С развитием цифровой экономики главной задачей подготовки будущих востребованных специалистов является приобретение практических навыков использования современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности.*

Ключевые слова: цифровые технологии, трудовая деятельность, цифровая экономика, цифровая грамотность, система образования, информационно-коммуникационные компетенции, рынок труда.

Цифровые технологии стали неотъемлемой частью жизни каждого современного человека. Массовая цифровизация началась в начале XXI века и затронула многие сферы общества, в том числе и сферу трудоустройства.

Вопрос внедрения цифровых технологий в данную сферу сейчас особенно актуален, т. к. на сегодняшний день в данной сфере складывается двоякая ситуация. С одной стороны, внедрение цифровых технологий позволяет качественно и оперативно решить задачи в трудовой деятельности. С другой стороны, многие работодатели, с целью оптимизации затрат

на труд работников, внедряют новые технологии, позволяющие заменить человеческий труд. Так, например, беспилотные автомобили уже испытываются на улицах Москвы. Как следствие, тенденция к сокращению рабочих мест и в будущем высокий уровень безработицы, что в свою очередь приведёт к дестабилизации обстановки в стране.

По мнению экспертов, в ближайшие 10 лет ожидается, что обрабатывающие производства потеряют около 24% рабочих мест, сельское хозяйство – порядка 15%, а транспортная отрасль – 9%. Анализ мест показывает, что в первую очередь изменения коснутся работ с монотонным и низкоквалифицированным трудом [8].

© Сайфутдинов Р. А., Някина А. С., 2019

Цифровизация также ведёт за собой ещё несколько проблем и рисков:

- незащищённость технологий;
- угроза безопасности данных;
- новые требования к коммуникациям, информационным системам;
- необходимость модернизации нормативно-правовых актов.

Но одновременно цифровизация открывает для людей новые возможности, такие как удалённая работа в сети интернет, появление новых рабочих мест в IT-сфере за счёт новых профессий. Необходимо отметить, что большая часть населения находится на низком уровне пользования цифровыми навыками, а та часть, уверенно пользующаяся интернет-ресурсом, зачастую использует его лишь в качестве потребительской информации и общения в социальных сетях, но не в полном объёме использует все возможности интернет-ресурсов для своей трудовой деятельности.

Исследование показало, что Российская Федерация занимает лишь 41 место по готовности к цифровой экономике и достаточно сильно отстаёт от других стран. Следовательно, на пути к цифровизации необходимо обратить особое внимание на вопросы цифровой грамотности, повышения уровня пользования, доступности ресурсов.

Уже сейчас образовательные организации нацелены на применение цифровых технологий в трудовой деятельности. При формировании навыков в области информационных и коммуникационных технологий выпускников необходимо рассмотреть следующие компетенции:

- готовность использовать современные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации;
- работать с компьютером как средством управления информацией;
- умение работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладание мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности;
- готовность применять современные методики и технологии, в том числе и информационные.

Чётко наблюдается тенденция получения не только знаний из большого объёма информации, но и способность её анализа и использования в профессиональной сфере деятельности. Так, необходимыми являются следующие навыки [4]:

- умение находить новую информацию, используя формальные и неформальные каналы её

получения, осваивать возможности новых технологий;

- умение анализировать большое количество информации;
- умение описывать результаты собственной деятельности, в том числе с учётом уровня подготовленности и настрое целевой аудитории;
- знание норм, регламентирующих использование интеллектуальной собственности [4].

На данный момент все учебные заведения имеют выход в интернет, сайты со всей необходимой информацией, созданы средства для изучения курса информатики и информационно-коммуникационных технологий, а также ведётся подготовка кадров в сфере цифровизации и цифровых технологий.

Одна из главных задач образовательного процесса состоит в том, чтобы ценностные ориентиры соотносились с меняющимися условиями жизни. Но реалии таковы, что будущие выпускники зачастую даже не имеют представления об использовании цифровых технологий в их будущей трудовой деятельности [6]. Вместе с тем качественный и количественный состав подготавливаемых работников недостаточен для современной цифровой экономики, существует дефицит квалифицированных кадров в области информационных технологий.

Эффективное развитие информационно-коммуникационных навыков и компетенций в системе образования зависит от построения системы обучения, ориентации учебного заведения на практическую направленность, принципа личностно-ориентированного подхода и применению методов, инструментов, которые включают использование современных информационных технологий [5].

Изменить ситуацию на рынке труда можно, используя цифровые технологии, которые открывают большие возможности в сфере трудоустройства, т. к. открываются возможности интерактивного взаимодействия населения и работодателей, сокращается путь от соискателя к работодателю и т. д.

С развитием цифровой экономики возникает необходимость будущему специалисту сделать акцент на развитие практических навыков в сфере информационных технологий профессиональных качествах, имеющих существенную роль при приёме на работу.

1. В результате цифровизации возникает необходимость осваивать новые специальности и знания, следовательно, одним из важнейших качеств работника является умение приспосабливаться в быстроизменяющейся среде, т. к.

определённая специальность уже не гарантирует долгосрочную занятость.

2. Из-за изменения формата взаимоотношений работника и работодателя (возможность работать удалённо без привязки к определённому месту работы), существует необходимость самодисциплины, правильного распределения рабочего времени для выполнения требуемых обязательств.

3. Необходимым навыком станет знание иностранных языков. Это позволит работать на языке программных средств, что поможет быстрее освоить программу, эффективнее применять её в деятельности по своему трудовому направлению.

Государство выступает в роли катализатора и должно быть способно генерировать, адаптировать и внедрять в сферу трудоустройства современные инновации. Внедрение цифровых технологий должно сопровождаться чётким контролем со стороны государства и государственных органов при оцифровке информации, иначе этот процесс может привести к потере безопасности данных.

На сегодняшний день государственная служба занятости предлагает целый спектр услуг в сфере труда и занятости. Федеральная служба по труду и занятости имеет сайт и занимается трудоустройством непосредственно в центрах занятости, размещает вакансии на порталах и в СМИ, устраивает встречи с работодателями на ярмарках вакансий, а также WEB-собеседования соискателя и работодателя из разных городов [7]. Плюсами данного программного продукта является:

- передача информации по защищённым каналам;
- экономия времени работника и работодателя;
- хранение данных не на бумажном носителе, а на сайтах сети интернет.

Всё это происходит в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. №203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы», который направлен на создание условий для развития общества знаний, на рост благосостояния и качества жизни граждан нашей страны путём повышения доступности и качества товаров и услуг, произведённых с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан [1].

С развитием цифрового общества главной задачей подготовки будущего востребованного

специалиста является приобретение навыков использования современных информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе, а в дальнейшем – и в своей профессиональной деятельности.

На сегодняшний день молодому специалисту уже недостаточно просто владеть определённым уровнем профессиональной подготовки, который помогает находить и использовать различную информацию, знать основные характеристики потоков информации и навыки ориентироваться в них. Молодым специалистам необходимо знать определённые нормы поведения в информационном пространстве, способность ведения диалога в системе «человек-машина», а также навыки использования глобальных и локальных сетей в различных областях [3].

Формирование информационных навыков в системе образования – не дань моде вводить новые слова и понятия, это определённые явления в высшей школе, вызванные социально-экономическими, политическими и образовательными условиями. В настоящее время очевидно, что предметные знания и навыки не включают в себя полный спектр образовательных компетенций, необходимых для развития социально зрелой личности, способной к полной самореализации в обществе [2]. Эффективное применение цифровых технологий позволит не только улучшить мотивацию к личностному и профессиональному развитию, повысит заинтересованность и продуктивность людей, но и улучшит качество специалистов различных сфер деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. №203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».
2. Сайфутдинов Р. А. Развитие информационно-коммуникационных компетенций в системе образования // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2019. – №3.
3. Сайфутдинов Р. А., Магдеева Д. Р., Карсакова Е. Д. Формирование информационной компетентности студентов УлГПУ // Наука онлайн. – 2019. – №1.
4. Сайфутдинов Р. А., Ганина А. С., Морозова Ю. А. Инновационные процессы в образовании // Информационные технологии в образовании: Материалы Международной заочной научно-практической конференции; Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова. – Ульяновск, 2015.

5. Сайфутдинов Р. А., Гнедина Д. М., Халимдарова А. Ф. Электронные образовательные ресурсы // Информационные технологии в образовании: Материалы Международной заочной научно-практической конференции; Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова. – Ульяновск, 2015.

6. Сайфутдинов Р. А., Ашарина К. С., Ханбикова А. Р., Гималетдинова К. Р. Информационные технологии в образовании // Образование и информационная культура: теория и практика: сборник научных трудов Ульяновского государственного педагогического университета им. И. Н. Ульянова. – Ульяновск, 2017. – С. 4–7.

7. Федеральная служба по труду и занятости – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.rostrud.ru/>

8. Цифровизация экономики приведёт к сокращению рабочих мест – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kdelo.ru/news/379267-qqn-17-tsifrovizatsiya-ekonomiki-privedet-k-sokrashcheniyu-rabochih-mest>

#### REFERENCES

1. *Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 9 maja 2017 g. №203 «O Strategii razvitiya informacionnogo obshchestva v Rossijskoj Federacii na 2017–2030 gody»* [Decree of the President of the Russian Federation of May 9, 2017 No 203 «On The strategy for the development of the information society in the Russian Federation for 2017–2030»].

2. Sajfutdinov R. A. *Razvitie informacionno-kommunikacionnyh kompetencij v sisteme obrazovaniya* [Development of information and communication competencies in the education system] *Vestnik Ul'yanovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Vestnik of Ulyanovsk state technical University]. 2019, No 3.

3. Sajfutdinov R. A., Magdeeva D. R., Karsakova E. D. *Formirovanie informacionnoj kompetentnosti studentov UIGPU* [The formation of the information competence of students UIGPU] *Nauka onlajn* [Science online]. 2019, No 1.

4. Sajfutdinov R. A., Ganina A. S., Morozova YU. A. *Innovacionnye processy v obrazovanii* [Innovative processes in education] *Informacionnye tekhnologii v obrazovanii: Materialy Mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoj konferencii; Ul'yanovskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet imeni I. N. Ul'yanova* [Information technologies in education: Materials of the international correspondence scientific and practical conference; Ulyanovsk state pedagogical Uni-

versity named after I. N. Ulyanov]. Ulyanovsk, 2015.

5. Sajfutdinov R. A., Gnedina D. M., Halimdarova A. F. *Elektronnye obrazovatel'nye resursy* [Electronic educational resources] *Informacionnye tekhnologii v obrazovanii: Materialy Mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoj konferencii; Ul'yanovskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet imeni I. N. Ul'yanova* [Information technologies in education: Materials Of the international correspondence scientific and practical conference; Ulyanovsk state pedagogical University named after I. N. Ulyanov]. Ulyanovsk, 2015.

6. Sajfutdinov R. A., Asharina K. S., Hanbikova A. R., Gimalletdinova K. R. *Informacionnye tekhnologii v obrazovanii* [Information technologies in education] *Obrazovanie i informacionnaya kul'tura: teoriya i praktika: sbornik nauchnyh trudov Ul'yanovskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universitet im. I. N. Ul'yanova* [Education and information culture: theory and practice: collection of scientific works of Ulyanovsk state pedagogical University. I. N. Ulyanova]. Ulyanovsk, 2017, pp. 4–7.

7. *Federal'naya sluzhba po trudu i zanyatosti* – [Electronic resource] – *Rezhim dostupa* [access Mode]: <https://www.rostrud.ru/>

8. *Cifrovizaciya ekonomiki privedyot k sokrashcheniyu rabochih mest* [Digitalization of the economy will lead to job creation] [Electronic resource]. – *Rezhim dostupa* [Access mode] <https://www.kdelo.ru/news/379267-qqn-17-tsifrovizatsiya-ekonomiki-privedet-k-sokrashcheniyu-rabochih-mest>

•••••

**Сайфутдинов Рафаэль Амирович**, доцент кафедры «Поискового и аварийного-спасательного обеспечения полётов и техносферная безопасность» (ПАСОП и ТБ) Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева, кандидат культурологии.

**Някина Анжела Сергеевна**, студент 3-го курса Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева, направления подготовки «Техносферная безопасность».

Поступила 09.12.2019 г.

УДК 621.396.96

В. Н. ШИВРИНСКИЙ

## МНОГОУРОВНЕВЫЙ ДАТЧИК ЁМКОСТНОГО ТОПЛИВОМЕРА

*Рассматривается датчик, содержащий электроды и изоляционный слой. Электроды расположены внутри изоляционного слоя, заполняющего всё межэлектродное пространство.*

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость, ёмкость, изоляционный слой, многоуровневые электроды, поверхность, топливо.

Измерение количества топлива часто сводится к измерению его уровня. На транспорте широкое применение нашли поплавковые и ёмкостные уровнемеры топлива. Ёмкостные уровнемеры проще по конструкции, их датчики меньше по размерам и не имеют подвижных частей. Конструкции датчиков, в которых электроды расположены внутри изоляционного слоя, заполняющего всё межэлектродное пространство, рассмотрены в работе [1].

Электроды таких датчиков образуют параллельно соединённые конденсаторы, обкладки которых подключены к измерительной схеме таким образом, что заряды на них чередуются. Благодаря чередованию зарядов на электродах, они образуют поле дипольного типа, которое убывает пропорционально кубу расстояния от электродов. Действие дальних предметов на такой датчик незначительно. Поскольку зазор между электродами не заполняется топливом, он не засоряется и остаётся постоянным.

Высота существующих датчиков ёмкостных топливомеров равна высоте топливного бака, при этом наблюдается повышение абсолютной погрешности измерения уровня топлива при увеличении диапазона измерения. Так при высоте датчика 10 см, при относительной погрешности ёмкостной измерительной схемы 1%, абсолютная погрешность измерения уровня топлива составит 0,1 см, а при высоте датчика 100 см эта погрешность составит 1 см.

Для уменьшения абсолютной погрешности измерения уровня топлива при увеличении диапазона измерения предлагается конструкция многоуровневого датчика [2]. На рис. 1 представлен продольный разрез такого датчика. Датчик содержит электроды 1 и 2, распо-

ложенные внутри изоляционного слоя 3, заполняющего всё межэлектродное пространство. Электроды 1 и 2 образуют плоский конденсатор, ёмкость  $C_{1-2}$  которого определяется высотой  $h_1$  и шириной  $W$  электродов, расстоянием  $d$  между электродами, толщиной и диэлектрической проницаемостью изоляционного слоя 3, диэлектрической проницаемостью топлива 4, глубиной  $X_{1-2}$  погружения электродов 1 и 2 в топливо. Внутри нижней части изоляционного слоя дополнительно установлены аналогичные электроды 1 и 5, 1 и 6, 1 и 7, образующие многоуровневый измерительный контур.

Электроды 1 и 5, 1 и 6, 1 и 7 образуют плоские конденсаторы высотой  $h_2$ ,  $h_3$ ,  $h_4$ , изменения ёмкостей  $C_{1-5}$ ,  $C_{1-6}$ ,  $C_{1-7}$  которых также зависят от их глубины погружения в топливо.

При подаче на электроды 1, 2 напряжения вокруг них образуется неоднородное электрическое поле, которое зависит от высоты  $h_1$  и ширины  $W$  электродов 1, 2, расстояния  $d$  между электродами 1, 2, толщины и диэлектрической проницаемости изоляционного слоя 3, диэлектрической проницаемости топлива 4, а также глубины  $X_{1-2}$  погружения электродов 1, 2 в топливо.

Изменение глубины  $X_{1-2}$  погружения электродов 1, 2 в топливо приводит к изменению напряжённости поля и связанной с ней ёмкостью  $C_{1-2}$  конденсатора, образованного электродами 1, 2, изоляционным слоем и погруженной в топливо на величину  $X_{1-2}$  частью электродов 1, 2.

При подаче на аналогичные электроды 1 и 5, 1 и 6, 1 и 7 напряжения вокруг них также образуется неоднородное электрическое поле, которое зависит от высот  $h_2$ ,  $h_3$ ,  $h_4$  электродов 1 и 5, 1 и 6, 1 и 7, их ширины  $W$ , расстояния  $d$  между ними, толщины и диэлектрической проницаемости изоляционного слоя, диэлектрической проницаемости топлива, а также глубины погружения электродов 1 и 5, 1 и 6, 1 и 7 в топливо.

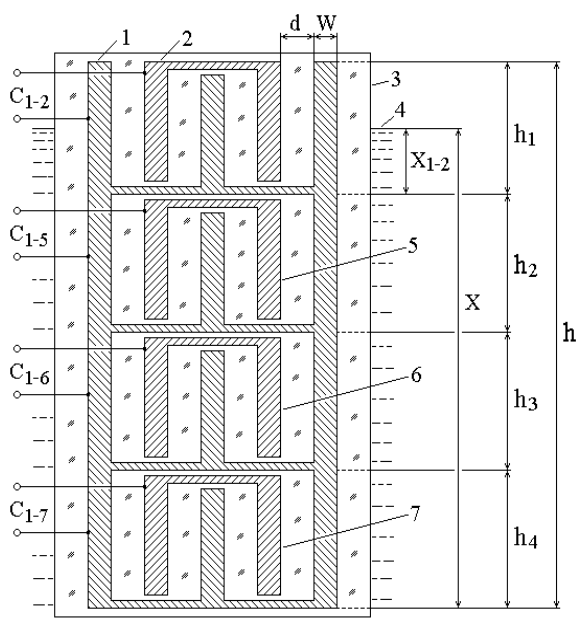


Рис. 1. Многоуровневый датчик ёмкостного топлива

Если глубина  $X$  погружения датчика в топливо больше суммы высот  $h_2$ ,  $h_3$ ,  $h_4$  электродов 1 и 5, 1 и 6, 1 и 7, а толщина и диэлектрическая проницаемость изоляционного слоя и диэлектрическая проницаемость топлива остаются постоянными, то ёмкости  $C_{1-5}$ ,  $C_{1-6}$ ,  $C_{1-7}$  конденсаторов, образованных электродами 1 и 5, 1 и 6, 1 и 7, также остаются постоянными. Тогда глубина  $X$  погружения датчика в топливо определится как  $X = X_{1-2} + h_2 + h_3 + h_4$ . Так как  $h_2 + h_3 + h_4 = \text{const}$ , то погрешность измерения глубина погружения датчика в топливо зависит лишь от погрешности измерения  $X_{1-2}$ .

В датчике [2] отсутствует датчик диэлектрической проницаемости изоляционного слоя, что приводит к понижению точности измерения уровня топлива. Для повышения точности измерения можно использовать схему датчика [3], где внутри изоляционного слоя 3 дополнительно к системе электродов 1, 2 установлена вторая подобная система электродов 8, 9, между которыми установлены электроды 10 (рис. 2).

Электроды 1 соединены с электродами 8, а электроды 2 соединены с электродами 9. Электроды 10 соединены между собой. Электроды 1, 10 и 8, 10 образуют плоские конденсаторы, ёмкости которых не зависят от глубины погружения электродов 10 в топливо 4, а определяются лишь шириной электрода 10, расстоянием между ним и электродами 1, 8, а

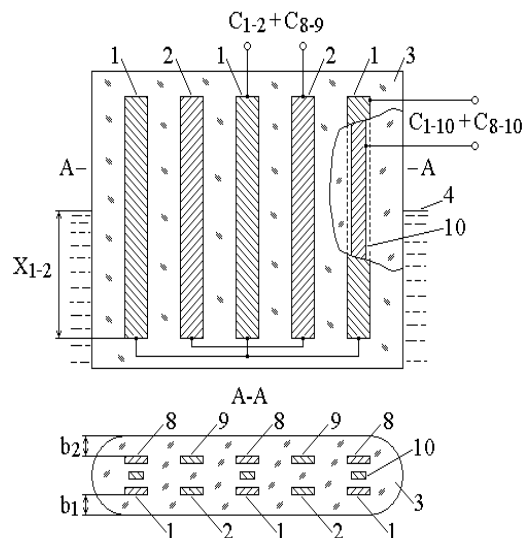


Рис. 2. Датчик с учётом диэлектрической проницаемости изоляционного слоя

также диэлектрической проницаемостью изоляционного слоя 3.

Можно также повысить точность измерения путём учёта диэлектрической проницаемости топлива [4]. При подаче на электроды 1, 7 (рис. 1) напряжения вокруг них образуется неоднородное электрическое поле, которое зависит от ширины электродов 1, 7, расстояния между ними, толщины и диэлектрической проницаемости изоляционного слоя, диэлектрической проницаемости топлива, а также глубины погружения электродов 1, 7 в топливо. Если глубина  $X$  погружения датчика больше  $h_4$ , а толщина и диэлектрическая проницаемость изоляционного слоя остаются постоянными, то ёмкость  $C_{1-7}$  конденсатора, образованного электродами 1, 7, изменяется лишь с изменением диэлектрической проницаемости топлива.

Были проведены экспериментальные исследования макетов ёмкостного дипольного датчика при нормальной температуре в дизельном топливе с целью выявления влияния его параметров (ширины  $W$  электродов, зазора  $d$  между электродами, толщины  $b_1 = b_2$  изоляционного слоя между электродами и топливом) на чувствительность. Результаты исследования приведены на рис. 3, 4.

Экспериментальные исследования опытных образцов датчиков показали, что чувствительность датчика растёт с увеличением ширины  $W$  электродов и падает с увеличением отношения

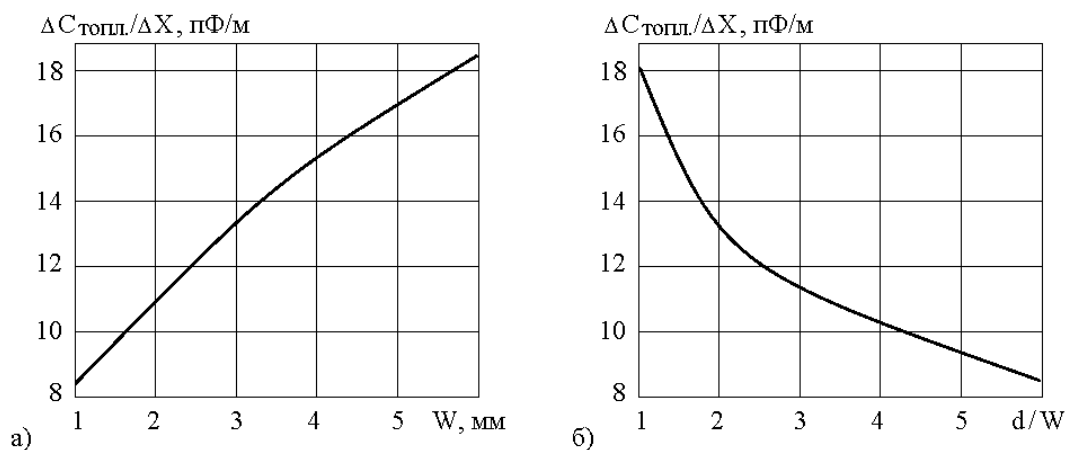


Рис. 3. Зависимость чувствительности датчика: а – от ширины электродов; б – от отношения межэлектродного зазора к ширине электродов

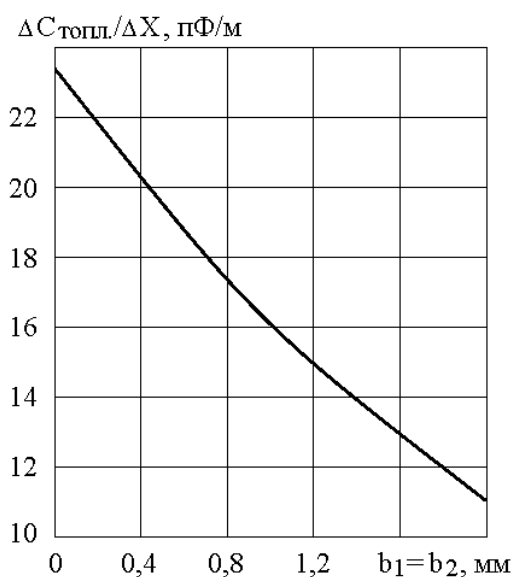


Рис. 4. Зависимость чувствительности датчика от толщины изоляционного слоя между электродами и топливом

расстояния  $d$  между электродами к ширине  $W$  электродов. При изменении толщины изоляционного слоя между электродами и топливом от 0 до 2 мм чувствительность датчика изменяется более чем в 2 раза.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шивринский В. Н. Ёмкостный датчик для измерения уровня жидкости // Вестник УлГТУ. – 2018. – №1. – С. 39–41.

2. Патент 190039 Российской Федерации на полезную модель, МПК G 01 F 23/26 (2019.02). Датчик для измерения уровня жидкости / В. Н. Шивринский; патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический универ-

ситет» – № 2019106888; заявлен 11.03.2019; опубликован 17.06.2019, Бюллетень №17. – 5 с.

3. Патент 175330 Российской Федерации на полезную модель, МПК G 01 F 23/26 (2006.01). Ёмкостный датчик для измерения уровня жидкости / В. Н. Шивринский; патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» – №2017118818; заявлен 30.05.2017; опубликован 30.11.2017, Бюллетень № 34. – 4 с.

4. Патент 176184 Российской Федерации на полезную модель, МПК G 01 F 23/26 (2006.01). Датчик для измерения уровня жидкости / В. Н. Шивринский; патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» – №2017111347; заявлен 04.04.2017; опубликован 11.01.2018, Бюллетень № 2. – 4 с.

## REFERENCES

1. Shivrinskij V. N. *Yomkostnyj datchik dlya izmereniya urovnya zhidkosti* [Capacitive sensor for level measurement of liquid] // *Vestnik UlGTU* [Bulletin of UlSTU], 2018, no 1, pp. 39–41.

2. *Patent 190039 Rossijskoj Federacii na poleznuyu model', MPK G 01 F 23/26 (2019.02). Datchik dlya izmereniya urovnya zhidkosti / V. N. Shivrinskij; patentoobladatel' federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Ul'yanovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet» – №2019106888 ; zayavlen 11.03.2019 ; opublikovan 17.06.2019* [Patent 190039 of the Russian Federation for utility model, IPC G 01 F 23/26 (2019.02). Sensor for liquid level measurement / V. N. Shivrinsky; patent holder Federal state budgetary educational institution of higher education "Ulyanovsk state technical University" - No. 2019106888; declared 11.03.2019; published 17.06.2019], Bulletin No 17, 5 p.

3. *Patent 175330 Rossijskoj Federacii na poleznuyu model', MPK G 01 F 23/26 (2006.01). Yomkostnyj datchik dlya izmereniya urovnya zhidkosti / V. N. Shivrinskij ; patentoobladatel' federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Ul'yanovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet» – №2017118818;*

*zayavlen 30.05.2017; opublikovan 30.11.2017.* [Patent 175330 of the Russian Federation for utility model, IPC G 01 F 23/26 (2006.01). Capacitive sensor for liquid level measurement / V. N. Shivrinsky; patent holder Federal state budgetary educational institution of higher education "Ulyanovsk state technical University" - No. 2017118818; declared 30.05.2017; published 30.11.2017], Bulletin No 34, 4 p.

4. *Patent 176184 Rossijskoj Federacii na poleznuyu model', MPK G 01 F 23/26 (2006.01). Datchik dlya izmereniya urovnya zhidkosti / V. N. Shivrinskij; patentoobladatel' federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Ul'yanovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet» – №2017111347 ; zayavlen 04.04.2017 ; opublikovan 11.01.2018* [Patent 176184 of the Russian Federation for utility model, IPC G 01 F 23/26 (2006.01). Sensor for liquid level measurement / V. N. Shivrinsky; patent holder Federal state budgetary educational institution of higher education "Ulyanovsk state technical University" - No. 2017111347; declared 04.04.2017; published 11.01.2018], Bulletin No 24, 4 p.

.....

**Шивринский Вячеслав Николаевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы» УлГТУ. Имеет научные работы в области авиационного приборостроения.

Поступила 10.09.2019 г.

## ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСПЕРТНОГО МЕТОДА

*Учитывая принцип необходимости и достаточности информации, решена задача ранжирования показателей качества пассажирских транспортных услуг в межрегиональном сообщении с выделением наиболее значимых из них с применением метода экспертных оценок. Приведены результаты анкетного опроса пассажиров по удовлетворенности качеством пассажирских транспортных услуг в межрегиональном сообщении.*

Ключевые слова: экспертный метод, ранжирование, показатель, качество, пассажир.

К показателям, с помощью которых можно оценить качество перевозок, относятся время передвижения, комфортабельность поездки и ожидания, безопасность поездки и др. [1, 2]. Если обратиться к зарубежному опыту, то можно увидеть, что, например, во Франции специалисты по оценке качества используют более углублённые показатели, такие как средний возраст подвижного состава; продолжительность функционирования; уровень капитальных вложений, субсидий и компенсаций и др. Ввиду особой значимости комплекса оценочных показателей в управлении качеством городских автобусных перевозок непосредственное внимание необходимо уделить тому, что оценочные показатели должны удовлетворять следующему ряду требований [3, 4]:

- оценка фактического уровня качества пассажирских перевозок должна быть объективной;

- оценка качества должна быть полной и всесторонней, т. е. учитывать все структурные составляющие качества перевозок;

- оценочные показатели должны предусматривать оперативный контроль качества: за год, квартал, месяц, неделю, сутки, причём дифференцированно в часы «пик» и «межпиковый» период;

- получаемая оценка должна обладать определённой степенью достоверности и точности;

- показатели оценки должны быть просты для исчисления и использования;

- определение натуральных показателей должно строиться на минимальном количестве исходной информации, при этом оно должно базироваться на имеющихся в настоящее время данных оперативного и текущего учёта;

- показатели должны формироваться таким образом, чтобы с их помощью можно было судить о степени участия автотранспортного предприятия (АТП) в деле повышения качества перевозочного процесса, т. е. разграничивать стороны качества, зависящие и независящие от деятельности АТП.

Использование показателей, разработанных на основе перечисленных требований, в процессе управления пассажирскими автотранспортными предприятиями в значительной степени может способствовать повышению качества обслуживания населения пассажирскими перевозками.

Требования по показателям качества перевозок представлены в ГОСТ Р 51006 – 96. Услуги транспортные. Термины и определения; ГОСТ Р 51004 – 96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества., ГОСТ Р 51004 – 96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества; ГОСТ Р 51825-2001. Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Комплексная система управления качеством обслуживания пассажиров в междугородном сообщении НИИАТ. Указанные стандарты содержат 42 параметра качества. Эти параметры дублируют друг друга, и операторам транспортных услуг практически невозможно работать с ними.

Учитывая принцип необходимости и достаточности информации, важной задачей является ранжирование показателей качества и выделение наиболее значимых из них. Решить данную задачу нами предложено с применением метода экспертных оценок [5, 6].

На основе имеющегося практического опыта выделим следующие стадии проведения экспертного опроса:

1. Принятие решения о необходимости проведения экспертного опроса и формулировка его цели.

2. Формирование экспертной группы.

3. Проведение экспертизы.

4. Обработка результатов экспертизы.

В экспертную группу включают высококвалифицированных специалистов в области качества пассажирских перевозок. Характеристики группы экспертов определяются на основе индивидуальных характеристик экспертов: компетентности, креативности, отношения к экспертизе, конформизма, конструктивности мышления, коллективизма, самокритичности.

При формировании экспертной группы целесообразно провести тестирование, взаимооценку экспертов и проверку согласованности мнений. Тестирование состоит в решении экспертами задач, с известными организаторам тестирования, но неизвестными экспертам результатами, и проверке по критерию Фишера гипотезы о принадлежности оценок разных экспертов к одной и той же генеральной совокупности оценок. Самооценка состоит в том, что каждый эксперт в ограниченное время отвечает на вопросы специально составленной анкеты. Такое испытание проводят на компьютере и затем получают балльную оценку. Эксперты могут оценивать и друг друга, но для этого необходима доверительная обстановка и опыт совместной работы. Согласованность мнения экспертов можно оценивать по величине коэффициента конкордации:

$$W = \frac{12 \sum_1^n (\sum_1^m N_{i,j} - N_{cp})^2}{n^2(m^3 - m)}, \quad (1)$$

где  $N_{i,j}$  – количество рангов, данное  $i$ -му параметру качества  $j$ -м экспертом;  $N_{cp}$  – среднее арифметическое значение рангов;  $n$  – количество экспертов;  $m$  – количество оцениваемых параметров качества.

Коэффициент конкордации изменяется в диапазоне  $0 < W < 1$ , причём  $0$  – полная несогласованность,  $1$  – полное единодушие.

Для экспертного оценивания применим метод ранжирования объектов. В этом случае численное определение итоговых численных оценок параметров качества состоит в следующем:

1. Все параметры качества нумеруются произвольно.

2. Эксперты ранжируют параметры качества по шкале порядка.

3. Ранжированные ряды параметров качества, составленные экспертами, сопоставляются.

В начале экспертизы эксперты составляют ранжированные ряды по возрастной шкале порядка:  $A_{31} < A_{11} < A_{71} < \dots < A_{ij}$ , где  $A$  – параметр качества транспортной услуги;  $i$  – номер параметра качества транспортной услуги;  $j$  – номер эксперта.

Место параметра качества в ранжированном ряду называется его рангом. Численное значение ранга в ряду возрастающей шкалы порядка увеличивается от 1 до  $m$  ( $m$  – количество оцениваемых параметров).

Далее определяют сумму рангов  $N_i$  каждого параметра качества экспертной оценки:

$$N_i = \sum_{j=1}^m A_j. \quad (2)$$

На основании полученных сумм рангов строят обобщённый ранжированный ряд:

$$A_{21} < A_{11} < A_{71} < \dots < A_{ij}.$$

Обобщённые экспертные оценки параметров качества рассчитывают по формуле:

$$Q_i = \frac{\sum_1^n N_{i,j}}{\sum_1^{n,m} N_{i,j}}, \quad (3)$$

где  $n$  – количество экспертов;  $\sum_1^n N_{i,j}$  – суммарное количество рангов, полученных  $i$ -м параметром качества от всех  $j$  экспертов;  $\sum_1^{n,m} N_{i,j}$  – наибольшее число рангов всех оцениваемых параметров качества.

Анализируя полученные экспертным методом оценки параметров качества перевозок, выясним значимые и незначимые параметры по количественным признакам.

Сформирован состав группы экспертов в количестве 10 человек для оценки параметров качества транспортных услуг. Эксперты представляют научно-образовательные и транспортные организации. На основе обобщения 42-х параметров четырёх стандартов качества по признаку дублирования десять экспертов оставили 14 параметров. Они оценивали четырнадцать параметров качества транспортных услуг и составили ранжированные ряды по возрастающей шкале порядка:

*Эксперт №1:*  $A_8 < A_{11} < A_7 < A_{13} < A_{12} < A_{14} < A_{10} < A_9 < A_6 < A_5 < A_3 < A_4 < A_2 < A_1$ ;  
*Эксперт №2:*  $A_8 < A_{11} < A_7 < A_6 < A_{13} < A_{12} < A_{14} < A_9 < A_{10} < A_5 < A_3 < A_4 < A_2 < A_1$ ;  
*Эксперт №3:*  $A_9 < A_{13} < A_{12} < A_{11} < A_8 < A_6 < A_{10} < A_7 < A_5 < A_4 < A_3 < A_{14} < A_1 < A_2$ ;  
*Эксперт №4:*  $A_{11} < A_8 < A_7 < A_{13} < A_{14} < A_{12} < A_9 < A_{10} < A_6 < A_5 < A_3 < A_4 < A_2 < A_1$ ;  
*Эксперт №5:*  $A_{13} < A_{11} < A_7 < A_8 < A_{10} < A_9 < A_{12} < A_{14} < A_5 < A_6 < A_3 < A_4 < A_2 < A_1$ ;  
*Эксперт №6:*  $A_7 < A_8 < A_{11} < A_{13} < A_{10} < A_{14} < A_{12} < A_9 < A_6 < A_5 < A_3 < A_1 < A_2 < A_4$ ;  
*Эксперт №7:*  $A_8 < A_7 < A_{11} < A_{13} < A_9 < A_{10} < A_{12} < A_{14} < A_5 < A_6 < A_4 < A_3 < A_2 < A_1$ ;  
*Эксперт №8:*  $A_8 < A_{11} < A_7 < A_{12} < A_{14} < A_{13} < A_{10} < A_9 < A_6 < A_5 < A_3 < A_2 < A_1 < A_4$ ;  
*Эксперт №9:*  $A_{13} < A_8 < A_7 < A_{11} < A_{10} < A_{12} < A_9 < A_6 < A_5 < A_{14} < A_4 < A_3 < A_2 < A_1$ ;  
*Эксперт №10:*  $A_8 < A_{13} < A_{11} < A_{12} < A_{14} < A_7 < A_9 < A_{10} < A_6 < A_5 < A_3 < A_2 < A_4 < A_1$ .

Определим суммы рангов каждого параметра качества:

$N_1: 14+14+13+14+14+12+14+12+14+14 = 135;$   
 $N_2: 13+13+14+13+13+13+14+12+13+12 = 130;$   
 $N_3: 11+11+11+11+11+11+12+11+12+11 = 112;$   
 $N_4: 12+12+10+12+12+14+11+14+11+13 = 121;$   
 $N_5: 10+10+9+10+9+10+9+10+9+10 = 96;$   
 $N_6: 9+10+8+9+10+9+10+9+8+7 = 89;$   
 $N_7: 3+3+7+3+4+1+2+3+3+6 = 31;$   
 $N_8: 1+1+5+2+4+2+1+1+2+1 = 20;$   
 $N_9: 8+9+1+7+6+8+5+8+7+7 = 66;$   
 $N_{10}: 7+9+7+8+5+5+6+7+5+8 = 67;$   
 $N_{11}: 2+2+4+1+2+3+3+2+4+3 = 26;$   
 $N_{12}: 5+6+3+6+7+7+4+6+6+4 = 54;$   
 $N_{13}: 4+5+4+2+1+4+4+6+1+2 = 33;$   
 $N_{14}: 6+7+12+5+6+8+5+10+5 = 78.$

На основании полученных сумм рангов построим обобщённый ранжированный ряд:

$A_8 < A_{11} < A_7 < A_{13} < A_{12} < A_9 <$   
 $< A_{10} < A_{14} < A_6 < A_5 < A_4 < A_3 < A_2 < A_1.$

По формуле (3) рассчитаем обобщённые экспертные оценки рассматриваемых параметров качества, т. е. коэффициенты их весомости:

$Q_1 = 13,8; Q_2 = 13,3; Q_4 = 12,4; Q_3 = 11,5$   
 $Q_5 = 10,0; Q_6 = 9,4; Q_{14} = 8,4;$   
 $Q_{10} = 5,3; Q_9 = 5,2; Q_{12} = 4,1; Q_{13} = 3,1;$   
 $Q_7 = 2,9; Q_{11} = 2,4; Q_8 = 1,9.$

Среднее арифметическое значение рангов равно  $N_{cp} = 105,8$ .

По формуле (1) определён коэффициент корреляции, который равен 0,91.

Таким образом, согласованность мнений экспертов, а, следовательно, и точность экспертных оценок достаточно высокие.

Учитывая, что обобщённая значимость семи требований стандартов составляет более 80 % от суммарной значимости всех требований стандартов, целесообразно принять их как показатели качества транспортных услуг, оказываемых системой МПАТ (табл. 1).

На основе выявленных показателей качества для осуществления взаимодействия с пассажирами нами разработана анкета для опроса пассажиров, содержащая 40 вопросов. В соответствии с обоснованной выборкой были опрошены 523 человека разного возраста, социального статуса,

пользующихся услугами межрегионального пассажирского автотранспорта в Ульяновской области. Анкетирование проводили на автовокзалах и автостанциях муниципальных образований Ульяновской области, предприятиях и организациях, учебных заведениях, учреждениях соцзащиты (граждане пенсионного возраста) и непосредственно в общественном транспорте. Параллельно с анкетированием пассажиров проводили опрос водителей автобусов межрегиональных маршрутов. В анкетировании (28 вопросов) приняли участие 88 водителей.

Приведём ряд результатов анкетного опроса пассажиров.

Примерно равное число пассажиров перемещается по межмуниципальным (40%) и межрегиональным (38%) маршрутам; 22% пользуются обоими маршрутами.

По результатам анкетирования на общий вопрос о качестве транспортных услуг установлено, что уровнем качества пассажирских автомобильных перевозок в Ульяновской области удовлетворены 32 %, частично удовлетворены – 28 % и не удовлетворены – 40 %. Водители автобусов оценивают качество транспортных услуг как достаточно высокое (24%), удовлетворительное (60%), неудовлетворительное (16%).

Уровнем комфортности межрегиональных перевозок удовлетворены 23% пассажиров, частично удовлетворены 38% и не удовлетворены 39%. Причём 85% пассажиров считают, что необходимо улучшать комфортность перевозок. Комфортабельность салона подвижного состава положительно оценивают 18%, с некоторыми замечаниями 48% и 34% пассажиров не устраивает комфортабельность салона.

Многие респонденты отмечают удобное расположение центрального автовокзала в г. Ульяновске (58%) и относительно удобное (42%). Автовокзал расположен в центре города, что удобно для пассажиров, но приводит к попаданию автобусов в заторы на улично-дорожной сети города.

Таблица 1

Показатели качества транспортных услуг, оказываемых системой межрегионального пассажирского автомобильного транспорта (МПАТ)

Обозначение параметра качества	Наименование параметра качества
$A_1$	1. Безопасность услуг по перевозкам пассажиров
$A_2$	2 Надежность транспортного обслуживания
$A_3$	3 Своевременность перевозки пассажира
$A_4$	4 Комфортность перевозки пассажиров
$A_5$	5. Экономичность услуги
$A_6$	6. Информативность
$A_{14}$	14. Комфортность пассажиров на автовокзалах и автостанциях (время на приобретение билетов и перечень предоставляемых услуг).

На вопрос «Устраивает ли Вас тип автобуса, на котором Вы перемещаетесь?» положительно ответили только 39% пассажиров. При этом 40% пассажиров совершают поездку в автобусах большой вместимости, 36% в автобусах средней вместимости и 24% в автобусах малой вместимости. Большинство водителей (86%) считают, что тип эксплуатируемых автобусов соответствует межрегиональным перевозкам. На практике почти 80% автобусов не отвечают требованиям межрегиональных перевозок. Водители отмечают (86%), что наполняемость салона автобуса на маршруте составляет до 50%. Сегодня на межрегиональных маршрутах эксплуатируется 40% автобусов возрастом до 5-ти лет, 27% – до 8-ми лет, 33% – свыше 8-ми лет. Очевидно, что требуется обновление парка подвижного состава. В автобусах практически отсутствуют технические средства для пассажиров с ограниченными возможностями.

Достаточно много претензий пассажиры предъявляют к безопасности транспортных услуг. Много пассажиров (42%) не испытывают чувства безопасности в поездке. По мнению пассажиров, безопасность поездки не обеспечивается в связи с отрицательным состоянием улично-дорожной сети (56%), неудовлетворительным состоянием подвижного состава (30%), неблагоприятной внешней средой (22%). Почти 80% водителей считают, что безопасность перевозок соответствует требованиям. Техническое состояние автобусов устраивает 68% опрошенных водителей, частично устраивает 16% и не устраивает 15%. Большинство автобусов оснащено навигационными системами и имеет связь с диспетчерской службой. Состояние дорог 8% водителей оценивают как хорошее, 70% – удовлетворительное и 22% – неудовлетворительное.

Один из важных параметров перевозок – стоимость проезда около половины опрошенных пассажиров оценивают как дорого (49%), 51% тариф считают доступным. Водители оценивают тариф перевозок как дорогой – 12%, доступный – 77%, дешёвый – 11%. Системой льгот, имеющихся в системе МПАТ Ульяновской области, удовлетворены 47% пассажиров, частично удовлетворены 28% и не удовлетворены 25%.

Подавляющее большинство пассажиров считает, что Администрация Ульяновского региона делает недостаточно для улучшения ситуации с межрегиональными пассажирскими перевозками. Это можно объяснить тем, что 84% опрошенных вообще не знают о реформах транспорта, проводимых в Ульяновской области.

В целом проведённое анкетирование показало, что к уровню качества транспортных услуг в системе МПАТ Ульяновской области потребители предъявляют достаточно много претензий,

так как по большинству вопросов (40–50)% пассажиров высказались негативно.

Предложенная методика и организация анкетирования позволили оценить уровень качества перевозок в системе МПАТ Ульяновской области. По результатам анкетного опроса пассажиров можно сделать вывод о том, что качество межрегиональных перевозок в регионе требует значительного улучшения [7].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравченко Е. А., Кравченко А. Е. *Современные проблемы транспортной науки, техники и технологии: учебное пособие.* – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2011. – 156 с.

2. Якунин Н. Н., Якунина Н. В., Смирнов А. В. *Модель организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом по маршрутам регулярных перевозок // Грузовое и пассажирское автохозяйство.* – 2013. – №3. – С. 31 – 36.

3. Загорский И. О., Володькин П. П. *Эффективность организации регулярных перевозок пассажирским автомобильным транспортом.* – Хабаровск : Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2012. – 154 с.

4. Епифанов В.В., Тюрин А.С. *Повышение качества перевозок в системе городского пассажирского автомобильного транспорта на основе оценки удовлетворённости потребителей / Под науч. ред. М. Ю. Обшивалкина.* – Ульяновск: УлГТУ, 2017. – 175 с.

5. Epifanov V., Obshivalkin M., Lukonkina K. *Management of quality and security level of transportation in the system of regular passenger motor transport // Transportation Research Procedia,* 2018. – №36. – С. 141 – 148.

6. Тюрин Ю. Н. *Статистический анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров.* – Москва : Финансы и статистика, 1998. – 582 с.

7. Луконькина К. А., Гусев С. И., Епифанов В. В. *Мониторинг качества транспортных услуг в системе межрегионального пассажирского автомобильного транспорта (на примере Ульяновской области) // Вестник УлГТУ.* – 2019. – №3. – С. 58–61.

#### REFERENCES

1. Kravchenko E. A., Kravchenko A. E. *Sovremennye problemy transportnoj nauki, tekhniki i tekhnologii: uchebnoe posobie* [Modern problems of transport science, technology and technology: textbook]. Krasnodar: Publishing House-South, 2011, 156 p.

2. YAkunin N. N., YAkunina N. V., Smirnov A. V. *Model' organizacii transportnogo obsluzhivaniya naseleniya avtomobil'nyim*



0-й – предполагает отсутствие какого-либо контроля над машиной (вероятно наличие лишь системы уведомлений).

1-й – предусматривает, что водитель авто должен быть в состоянии в любой момент взять управление на себя. В автомобилях этого уровня автоматизации может устанавливаться круиз-контроль, автопарковщик и система оповещения о сходе с полосы.

2-й – за рулём такого автомобиля водитель должен брать на себя управление в том случае, если система самостоятельно не справляется. Она управляет рулением, ускорением, торможением, а при необходимости может быть отключена.

3-й – в данном случае человеку не нужно контролировать авто на дорогах с легкопредсказуемым движением (к примеру, на автобанах).

Тем не менее, он должен быть в состоянии взяться за управление в любой момент.

4-й – этот уровень подобен 3-му, но здесь внимание водителя уже не требуется.

5-й – водитель должен лишь запустить систему и точно обозначить пункт назначения.

В РФ направление разработок систем беспилотного управления движением ТС развивается менее успешно, однако большой задел имеют ряд компаний: Яндекс, Cognitive technologies, ФГУП НАМИ, ПАО «КамАЗ», Aurora robotics и др. [3].

Традиционно специфические особенности и проблемы дорожного движения обусловлены, прежде всего, системой «водитель – автомобиль – дорога – среда движения» (ВАДС). В структуре системы можно выделить механическую подсистему АД – «автомобиль–дорога» и биомеханические подсистемы ВА – «водитель – автомо-

биль» и ВД – «водитель – дорога», а также подсистемы СВ, СА, СД. В данной интерпретации термин «среда» охватывает пешеходов, а также погодноклиматические факторы (метеорологическую видимость, осадки, ветер, температуру воздуха). Среда оказывает воздействие на водителя, автомобиль и дорогу в процессе их взаимодействия.

Применительно к технологии беспилотного автомобиля (БА) систему ВАДС можно преобразовать в систему «автоматическая система управления движением БА (АСУДБА) – БА – инфраструктура БА – среда» (СУБАИС). В этом случае подсистемы ВАДС становятся взаимосвязанными автоматическими подсистемами СУБАИС (рис. 1).

Аппаратная часть БА состоит из следующих типов сенсоров [4]. Внутри автомобиля располагаются камеры переднего и заднего обзора, по изображению с которых происходит распознавание автомобилей, пешеходов, дорожных знаков и разметки, а также границ проезжей части. На крыше автомобиля установлены три ЛИДАРы: Velodyne HDL-32 и два Velodyne VLP-16. Данные приборы с помощью лазерного излучателя сканируют окружающее пространство. На основе информации об отражениях лучей составляет трёхмерная карта, с помощью которой вычисляются точные расстояния до тех или иных объектов вокруг машины. Машина также оборудована датчиками, определяющими её местоположение, скорость и направление движения. Это приёмники GPS/GLONASS, блок инерциальных измерителей и сенсоры, измеряющие одометрические данные машины, например, скорость вращения отдельных колёс.

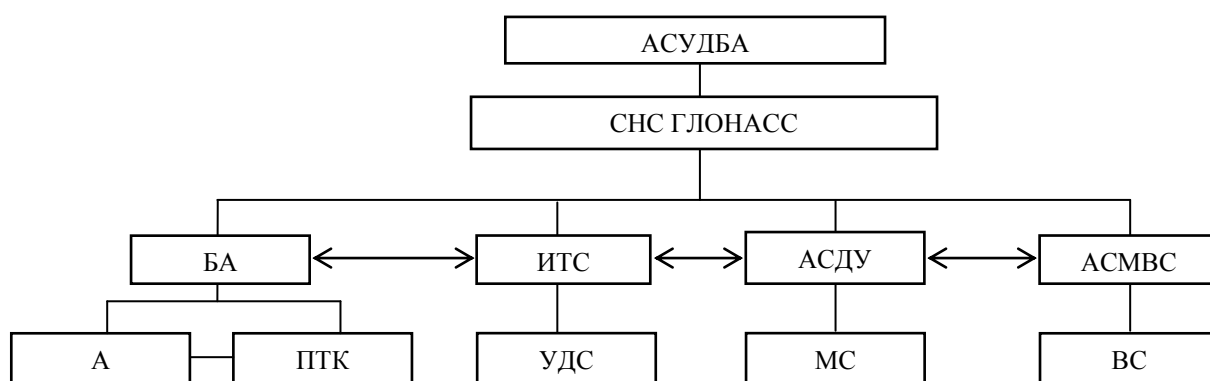


Рис. 1. Структура автоматических систем СУБАИС: АСУДБА – автоматическая система управления движением БА; БА – беспилотный автомобиль; А – автомобиль; ПТК – программно-технический комплекс; ИТС – интеллектуальная транспортная система; УДС – улично-дорожная сеть; АСДУ – автоматическая система ... управления; МС – маршрутная сеть; АСМВС – автоматическая система мониторинга внешней среды; ВС – внешняя среда

Алгоритм функционирования беспилотных автомобилей основывается на Байесовском методе синхронной локализации и создания карт (SLAM). Суть действия этих алгоритмов заключается в совмещении данных с карт и датчиков автомобиля. Так, SLAM и метод нахождения и отслеживания передвигающихся объектов (DATMO) были созданы и сегодня применяются компанией Google.

Ряд систем опирается на так называемые инфраструктурные системы [5], встроенные на самой дороге либо около неё. Однако новейшие технологии позволяют симулировать человеческое присутствие во время принятия решений о скорости и рулении благодаря наличию целого комплекса сенсоров, камер, систем спутниковой навигации и т. д.

Как правило, устанавливаются следующие датчики: система стереозрения, дальномер оптического распознавания, гиросtabilизатор, система глобального позиционирования (например, ГЛОНАСС или GPS), а в некоторых случаях даже нейросети и машинное зрение.

Особую значимость для успешного развития беспилотного (автономного) транспорта приобретёт усовершенствование существующей и создание новой дорожной и информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечивающих беспилотные (автономные, самоуправляемые) транспортные средства необходимыми сервисами и информацией.

В Российской Федерации в рамках плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы по направлению «Автонет» (утверждена решением Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 24 июня 2016 г., протокол №3) запланирована реализация ряда проектов, направленных на развитие инфраструктуры для автономных транспортных средств, в том числе создание полигона для комплексных испытаний автомобилей с системами помощи водителю и автономных автомобилей, создание и отработка технологий безлюдной добычи и перевозки твёрдых полезных ископаемых с применением роботизированной карьерной техники, а также создание на территории Российской Федерации высокоскоростных автотранспортных коридоров для автономных транспортных средств.

Критически важным аспектом, связанным с развитием технологий автономного вождения, является способность таких автономных систем эффективно и безопасно взаимодействовать с окружающей транспортной инфраструктурой в различных дорожных ситуациях (например,

взаимодействие с различными типами пользователей, неожиданными препятствиями) вне зависимости от внешних условий (например, плохих погодных условий или плохой видимости).

Основными направлениями стимулирования развития инфраструктуры для беспилотного транспорта и интеллектуальных транспортных систем являются:

- создание автоматизированной подсистемы мониторинга функционирования автомобильного и городского электрического транспорта в рамках автоматизированной системы управления транспортным комплексом;

- внедрение электронной системы оформления и сопровождения грузовых перевозок (включая введение электронного документооборота);

- разработка модели информационного взаимодействия транспортных средств, объектов инфраструктуры и пользователей автомобильного и городского электрического транспорта;

- разработка требований к государственным информационным системам; использование составных частей государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» в создаваемых информационных системах;

- разработка типовых моделей и выработка требований (рекомендаций) к оснащению транспортных средств и инфраструктуры информационно-телекоммуникационными средствами автомобильного и городского электрического транспорта для различных территорий, принятие соответствующих нормативных (рекомендательных) документов, в том числе по порядку и срокам оснащения;

- разработка и внедрение интеллектуальных транспортных систем, в том числе обслуживающих интермодальные перевозки, с использованием глобальной навигационной системы ГЛОНАСС и современных диспетчерских и логистических технологий.

Система управления движением и инфраструктура БА тесно связана с интеллектуальной транспортной системой. Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это системная интеграция современных информационных и коммуникационных технологий, средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами и пользователями, ориентированная на повышение безопасности, эффективности транспортного процесса, комфортности для водителя и пользователей транспорта [6]. В перспективе система ИТС будет подсистемой СУБАИС.



Рис. 2. Процессная модель управления качеством в системе СУБАИС

В основе системы ИТС – оптические датчики, следящие за дорогой. На перекрестках они передают сигналы на специальный модуль в автомобиле, те синхронизируют получаемые данные с информацией, поступающей от навигационных систем, и предупреждают водителя о сложившейся ситуации (чем это может грозить).

Российская ИТС позволяет обеспечить:

1. Информирование водителей о нарушении ими правил дорожного движения и эксплуатации автомобиля, а также о долгосрочном и краткосрочном прогнозе о состоянии условий дорожного движения;

2. Автоматическую фиксацию случаев нарушения правил дорожного движения для выявления и наказания виновных;

3. Повышение внимания водителей при управлении в различных напряжённых условиях движения;

4. Сокращение времени поездок пассажиров всеми наземными видами городского транспорта, что в настоящее время весьма актуально;

5. Увеличение пропускной способности улиц и дорог города за счёт регулирования транс-

портных потоков и формирования предупредительной информации об условиях дорожного движения;

6. Обеспечение возможности выбора пассажиром оптимального маршрута движения общественным транспортом от начальной и до конечной точки с учётом маршрутов, расписаний движения маршрутов общественного транспорта, а также дорожной ситуации и плотности транспортного потоков;

7. Оптимизацию маршрутов движения транспортных средств с учётом актуальности состояния дорожного движения и динамики изменения транспортных заторов.

Важным требованием к СУБАИС является обеспечение качества её функционирования. В настоящее время отсутствует понимание менеджмента системы СУБАИС как системы взаимосвязанных процессов и положений, регламентирующих вопросы управления и качества движения и перевозок в системе СУБАИС.

В основу менеджмента качества положены принципы всеобщего менеджмента качества

(TQM) [7]. Одним из принципов является процессный подход, который позволяет организации управлять взаимосвязями и взаимозависимостями между процессами системы, так что общие результаты деятельности организации могут быть улучшены [8, 9].

На основе цикла «P-D-C-A» нами предложена процессная модель управления качеством в системе СУБАИС (рис. 2). В модели показана взаимосвязь всех процессов, реализуемых системой МПАТ.

Выявленные на входе управляемой системы требования потребителей (пассажиры) посредством реализации совокупности процессов позволяют получить на выходе требуемую удовлетворенность потребителей качеством транспортных услуг в системе МПАТ.

Для обеспечения качества функционирования системы СУБАИС необходимо решить следующие задачи:

- разработать и документировать процессы функционирования системы СУБАИС (см. рис. 2);
- установить взаимосвязь между процессами функционирования системы СУБАИС;
- обосновать параметры качества функционирования системы СУБАИС;
- разработать методику оценки качества функционирования системы СУБАИС;
- осуществить мониторинг и оценить уровень качества функционирования системы СУБАИС;
- разработать проект системы менеджмента качества функционирования СУБАИС.

Решение данных задач позволит установить и обеспечить требуемый уровень качества функционирования системы СУБАИС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шадрин С. С. Методология создания систем управления движением автономных колесных транспортных средств, интегрированных в интеллектуальную транспортную среду: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. – Москва, 2017. – 34 с.
2. Autonomous car development company Waymo [Электронный ресурс] URL: <https://waymo.com>, доступ свободный.
3. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» [Электронный ресурс] URL: <http://nami.ru/>
4. Зезюлин Д. В., Тюгин Д. Ю., Тумасов А. В., Грошев А. М., Беляков В. В., Порубов Д. М., Филатов В. И., Береснев П. О. Разработка системы беспилотного управления движением транспортного средства с электроприводом // Труды

НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2018. – №1 (120). – С. 165–174.

5. Робототехника. Инженерно-технические кадры инновационной России [Электронный ресурс] URL: <http://russianrobotics.ru/>

6. Комаров В. В., Гараган С. А. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика. – Москва : НТБ «Энергия», 2012. – 158 с.

7. Адлер Ю. П. Восемь принципов, которые изменяют мир // Разработка и сертификация систем качества в России. Стратегия, проблемы, рынок услуг: Сборник статей и справочных материалов к внедрению стандартов ИСО серии 9000 версии 2000 г. / сост. И. В. Матвеева. – Москва : РИА «Стандарты и качество», 2001. – 156 с. – (Серия «Дом качества», вып. 6).

8. Процессный подход к разработке и внедрению систем менеджмента качества / Опорный материал к лекционному курсу: учебно-научный центр сертификации «Металлсертификат» МИСиС. – Москва : МИСиС, 2003. – 304 с.

9. Боярова А. В. Проблемы внедрения и сертификации системы менеджмента качества для российских предприятий – поставщиков автомобильной промышленности // Известия СПбГУ-ЭФ. – 2010. – №5(65). – С. 91–93.

#### REFERENCES

1. Shadrin S. S. *Metodologiya sozdaniya sistem upravleniya dvizheniem avtonomnykh kolesnykh transportnykh sredstv, integrirovannykh v intellektual'nyyu transportnyyu sredu: avtoref. diss. ... d-ra tekhn. nauk* [Methodology of creation of motion control systems of Autonomous wheeled vehicles integrated into the intelligent transport environment: abstract. diss. ... d-RA tekhn. sciences']. Moscow, 2017, 34 p.
2. Autonomous car development company Waymo *Elektronnyj resurs* [Electronic resource] URL: <https://waymo.com>, dostup svobodnyj.
3. GNC RF FGUP «NAMI» *Elektronnyj resurs* [Electronic resource] URL: <http://nami.ru/>
4. Zezyulin D. V., Tyugin D. YU., Tumasov A. V., Groshev A. M., Belyakov V. V., Porubov D. M., Filatov V. I., Beresnev P. O. *Razrabotka sistemy bespilotnogo upravleniya dvizheniem transportnogo sredstva s elektroprivodom* [Development of unmanned vehicle traffic control system with electric drive] // *Trudy NGTU im. R. E. Alekseeva* [Proceedings of NSTU. R. E. Alekseeva. 2018, no 1 (120), pp. 165–174.
5. *Robototekhnika. Inzhenerno-tekhicheskie kadry innovacionnoj Rossi* [Robotics. Engineer-

ing and technical personnel of innovative Russia]. *Elektronnyj resurs* [Electronic resource]. URL: <http://russianrobotics.ru/>

6. Komarov V. V., Garagan S. A. *Arhitektura i standartizaciya telematicheskikh i intellektual'nyh transportnyh sistem. Zarubezhnyj opyt i otechestvennaya praktika* [Architecture and standardization of telematics and intelligent transport systems. Foreign experience and domestic practice]. Moscow, NTB Energia, 2012, 158 p.

7. Adler YU. P. *Vosem' principov, kotorye izmenyayut mir* [Eight principles that change the world] // *Razrabotka i sertifikaciya sistem kachestva v Rossii. Strategiya, problemy, rynek uslug: Sbornik statej i spravochnyh materialov k vnedreniyu standartov ISO serii 9000 versii 2000 g.* / sost. I. V. Matveeva [The Development and certification of quality systems in Russia. Strategy, problems, service market: a Collection of articles and reference materials for the implementation of ISO 9000 series standards version 2000 / comp. I. V. Matveeva]. Moscow: RIA «Standards and quality», 2001, 156 p. (Seriya «Dom kachestva», vyp. 6) [(Series «House of quality», vol. 6)].

8. *Processnyj podhod k razrabotke i vnedreniyu sistem menedzhmenta kachestva* [Process approach to the development and implementation of quality management systems] / *Opornyj material k lekcionnomu kursu: uchebno-nauchnyj centr*

*sertifikacii «Metallsertifikat» MISiS* [Reference material for the lecture course: educational and scientific certification center «Metalcertificate» MISiS]. Moscow, MISiS, 2003, 304 p.

9. Boyarova A. V. *Problemy vnedreniya i sertifikacii sistemy menedzhmenta kachestva dlya rossijskikh predpriyatij – postavshchikov avtomobil'noj promyshlennosti* [Problems of implementation and certification of quality management system for Russian companies — suppliers of the automotive industry] // *Izvestiya SPbGUEF* [Proceedings of SpbGUEF. 2010, no 5(65), pp. 91–93.

.....

**Гусев Сергей Иванович**, аспирант кафедры «Управление техническими системами» Ульяновского государственного технического университета, E-mail: [sergey-gusev1996@yandex.ru](mailto:sergey-gusev1996@yandex.ru).  
**Епифанов Вячеслав Викторович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобили» Ульяновского государственного технического университета, E-mail: [v.epifanov73@mail.ru](mailto:v.epifanov73@mail.ru).

Поступила 14.10.2019 г.

УДК 657.28

Г. И. МАНСУРОВА, П. М. МАНСУРОВ, И. М. ТУЛУПОВА

## ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ОНЛАЙН КАСС В МАЛОМ БИЗНЕСЕ

*Рассматриваются особенности использования автономных онлайн касс. Что это за кассы, в чем их плюсы и минусы и для кого они лучше всего подходят, преимущества и недостатки использования онлайн касс в малом бизнесе.*

Ключевые слова: касса, онлайн касса, контрольно-кассовая техника, фискальный накопитель, малый бизнес, ФНС.

С февраля 2017 года все юридические лица и индивидуальные предприниматели на территории РФ, использовавшие в работе контрольно-кассовую технику (ККТ), обязаны перейти на онлайн кассы нового образца [1].

Начиная с 2017 года дискуссии на тему «онлайн касс» не утихают, эта тема волнует пред-

принимателей до сих пор. На эту тему уже написано большое количество научных статей выпущено несколько десятков научной литературы, но о ней продолжают говорить и говорить [3, 4]. Одни активно поддерживают такие нововведения со стороны государства, другие убеждены, что такие изменения только навредят бизнесу [6].

Онлайн касса представляет собой образец новой контрольно-кассовой техники с модулем для выхода в интернет и фискальным

© Мансурова Г. И., Мансуров П. М.,  
Тулупова И. М., 2019

накопителем (ФН). То есть для её работы необходим интернет. Далее она (онлайн касса) передаёт данные о каждой покупке оператору фискальных данных (ОФД). А ОФД в свою очередь передаёт информацию в Федеральную налоговую службу. Таким образом, данные о движении денег моментально передаются в контролирующие органы [5].

Главная цель такого нововведения – создание автоматизированного учёта доходов и расходов, а также контроль за деятельностью предпринимателей со стороны налоговых органов. Как говорилось ранее, перейти на онлайн кассу должны все организации, даже те, кто связан с малым бизнесом. Малый бизнес – это вид предпринимательства, для которого характерно небольшое количество работников (до 100 человек) и средняя выручка (до 800 млн руб. в год) [2]. Малый бизнес на территории РФ – достаточно распространённый вид предпринимательства, поскольку специальные налоговые режимы и заниженные налоговые ставки дают о себе знать. Но с введением онлайн касс многое поменяется для самих предпринимателей, поскольку индивидуальный предприниматель, у которого в штате есть сотрудники, уже должен был поставить себе онлайн кассу, так как отсрочка, данная до 1 июля 2019, года уже прошла.

Каждое явление или действие имеет отрицательную и положительную сторону воздействия. Так и здесь есть свои плюсы и минусы.

Плюсы от введения онлайн касс на территорию РФ:

1) процедура постановки на учёт ККТ упрощена, теперь это займёт не больше 15–20 минут, так как теперь это можно будет сделать удалённо через интернет;

2) сокращаются расходы на техническое обслуживание оборудования ККТ. Вопрос только в покупке самой онлайн кассы, которая по меркам индивидуального предпринимателя довольно недешёвое удовольствие. Но и здесь государство предлагает возместить затраты, не 100%, конечно, но налоговый вычет за онлайн кассу можно было бы получить до 1 июля 2019 года. Предполагаем, что многие предприниматели воспользовались данным преимуществом, поскольку это позволяет минимизировать расходы;

3) упрощение контроля деятельности сотрудников. Теперь различные махинации с наличными денежными средствами представить сложно, так как идёт систематизированный контроль доходов и расходов;

4) систематизация контроля ведения деятельности организации, что позволяет эффективно планировать работу и управлять финансами;

5) уменьшается количество выездных налоговых проверок. Если у Инспекции налоговой службы (ИФНС) не возникают подозрения о каких-либо сомнительных операциях, то ИФНС предпочитает вести удалённый контроль;

6) срок службы аппаратов нового образца намного дольше, что позволяет уменьшить денежные расходы на покупку новой техники и её обслуживание;

7) в век инноваций постепенно всё автоматизируется, бумажной работы становится меньше. С приходом онлайн касс бухгалтеру необязательно вести кассовую книгу, так как все поступления денежных средств через кассу хранятся в ФН;

8) с применением онлайн касс возникающие вопросы с клиентами относительно оплаты будут решаться быстро. Поскольку применение онлайн касс гарантирует не только получение бумажного чека, но и то, что его электронная версия может по желанию передаваться клиенту через электронную почту или через СМС [7].

Минусы онлайн касс:

1) стоимость онлайн касс. Многие предприниматели, особенно мелкие ИП, которые только начинают свой бизнес, не могут из своего кармана взять и выкинуть 25–30 тысяч рублей, поскольку это значительный расход. Но как отмечалось ранее, государство ввело налоговый вычет с покупки онлайн касс. Максимальный размер вычета составляет 18 тысяч рублей на каждую единицу. Но если покупка и настройка ККТ обошлась дороже, зачесть всё равно можно только эту сумму;

2) так как онлайн касса работает только через интернет, то предпринимателю необходимо обеспечить бесперебойную работу интернета, а это значит нужны дополнительные расходы;

3) предпринимателю необходимо составить договор с оператором фискальных данных (ОФД). Именно через ОФД осуществляется передача данных о выручке в налоговую службу;

4) обучение персонала, в данном случае кассиров, так как на начальном этапе неизбежны ошибки, это может принести некоторые неудобства руководителям;

5) возможные штрафы. Если предприниматель в установленный срок не установит и не поставит на учёт онлайн кассу, то штрафы неизбежны. Также штрафы будут начисляться за грубые допущенные ошибки во время эксплуатации кассы, что за собой влечёт дополнительные расходы;

6) один из основных минусов – это сокрытие доходов. Теперь у предпринимателя будут сложности с ведением «чёрной бухгалтерии», так как скрыть свои реальные доходы становится

проблематично. Но тем самым для предпринимателей сокращается конкуренция. Ведь поставщик или покупатель предпочтёт сотрудничать с предпринимателем, у которого «белая бухгалтерия», так как лишние проблемы с налоговой ни к чему [7].

Таким образом, сопоставив все плюсы и минусы, мы видим преимущество применения онлайн касс как для налоговой инспекции, так и для предпринимателей. Современная система работы позволяет государственными структурами вести контроль за деятельностью предпринимателей в удалённом режиме и увеличить приток денег в бюджет с помощью налогов. Также новый закон обеспечивает всестороннюю защиту прав и интересов потребителей. А вот для представителей бизнеса онлайн кассы имеют и плюсы, и минусы. К тому же Госдума рассмотрела возможность отложить переход онлайн кассы: отсрочка до 2021 года для индивидуальных предпринимателей без работников на трудовых договорах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.05.2003 №54-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении расчётов в Российской Федерации» // СПС Консультант плюс.

2. Постановление Правительства РФ от 04.04.2016 №265 «О предельных значениях дохода, полученного от осуществления предпринимательской деятельности, для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства» // СПС Консультант плюс.

3. Мансуров А. П., Мансурова Г. И. Банковская платежная карта: прошлое, настоящее, будущее // Региональная экономика: актуальные вопросы и новые тенденции: сборник научных трудов Международной заочной научно-практической конференции: в 2 т. – Ульяновск, 2014. – С. 64–69.

4. Мансурова Г. И., Мансуров А. П. Классификация банковских карт и особенности их использования // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №4. – С. 417.

5. Махмудзаде Ф. Особенности применения онлайн кассы // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LXV Междунар. студ. науч.-практ. конф. №5(64). URL: [https://sibac.info/archive/technic/5\(64\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/5(64).pdf) (дата обращения: 19.11.2019).

6. Мансурова Г. И., Мансуров А. П. Многообразие банковских платёжных карт // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2014. – №2 (66). – С. 75–78.

7. Степкина И. В., Кузеванова Н. А., Шилихина С. А. Онлайн-кассы: преимущества и недостатки нововведения // Студенческая наука XXI века, 2017. – №1 (12). – С. 362–364.

#### REFERENCES

1. *Federal'nyj zakon ot 22.05.2003 №54-FZ (red. ot 26.07.2019) «O primenении kontrol'no-kassovoj tekhniki pri osushchestvlenii raschetov v Rossijskoj Federacii»* [Federal law of 22.05.2003 No. 54-FZ (ed. of 26.07.2019) «On the use of cash registers in the implementation of calculations in the Russian Federation»] // *SPS Konsul'tant plyus* [ATP Consultant plus].

2. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 04.04.2016 №265 «O predel'nyh znacheniyah dohoda, poluchennogo ot osushchestvleniya predprinimatel'skoj deyatel'nosti, dlya kazhdoj kategorii sub"ektov malogo i srednego predprinimatel'stva»* [Resolution Of the government of the Russian Federation of 04.04.2016 No. 265 «On the marginal values of income derived from entrepreneurial activity for each category of small and medium-sized businesses»] // *SPS Konsul'tant plyus* [ATP Consultant plus].

3. Mansurov A. P., Mansurova G. I. *Bankovskaya platezhnaya karta: proshloe, nastoyashchee, budushchee* [Bank payment card: past, present, future] // *Regional'naya ekonomika: aktual'nye voprosy i novye tendencii: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj zaочноj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Regional economy: current issues and new trends: proceedings Of the international correspondence scientific-practical conference: in 2 vols]. Ulyanovsk, 2014, pp. 64–69.

4. Mansurova G. I., Mansurov A. P. *Klassifikaciya bankovskih kart i osobennosti ih ispol'zovaniya* [Classification of Bank cards and features of their use] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014, no 4, p. 417.

5. Mahmudzade F. *Osobennosti primeneniya onlajn kassy* [Features of application of online cash register] // *Nauchnoe soobshchestvo studentov XXI stoletiya. Tekhnicheskie nauki: sb. st. po mat. LXV Mezhdunar. stud. nauch.-prakt. konf.* [Scientific community of students of the XXI century. Engineering science: collection of articles on the Mat. LXV international. student. science.- pract. conf.] №5(64). URL: [https://sibac.info/archive/technic/5\(64\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/5(64).pdf) (accessed: 19.11.2019).

6. Mansurova G. I., Mansurov A. P. *Mnogoobrazie bankovskih platyozhnyh kart* [Diversity of Bank payment cards] // *Vestnik*











## ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ ЮБИЛЕИ

Приказом Министра науки и высшего образования РФ с **10 октября 2019 г.** исполняющим обязанности Ректора Ульяновского государственного технического университета назначена Надежда Глебовна Ярушкина. Н. Г. Ярушкина – профессор, доктор технических наук, Почётный работник высшего профессионального образования РФ, Заслуженный профессор УлГТУ.

В 1984 г. Надежда Глебовна окончила Ульяновский политехнический институт по специальности «Электронно-вычислительные машины». В 1990 г. защитила кандидатскую диссертацию по теме «Исследование и разработка инструментальных средств организации диалога в проблемно-ориентированных системах», а в 1998 – докторскую диссертацию по теме «Автоматизированное проектирование сложных технических систем в условиях неопределённости». С 1997 г. – заведующая кафедрой «Информационные системы» на факультете информационных систем и технологий, с 2006 г. – проректор по научной работе, с 2014 г. – первый проректор – проректор по научной работе.

Со второй половины 2016 г. Н. Г. Ярушкина – главный редактор научно-технического журнала «Вестник УлГТУ».

**21–25 октября 2019 г.** в УлГТУ состоялась семнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2019). Мероприятие проводилось в Ульяновске впервые, и стало одним из первых шагов реализации Указа Президента России «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». В конференции приняли участие около 150 исследователей в области искусственного интеллекта из городов России, а также зарубежные исследователи.

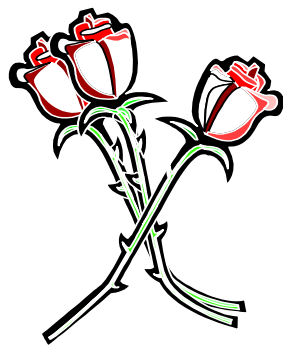
\* \* \*

**15 ноября** в УлГТУ прошла Международная научно-практическая конференция. Организатором стала кафедра «История и культура». В работе конференции приняли участие около 30 исследователей из городов России, коллеги из КНР, студенты УлГТУ. Кафедра проводит конференцию в четвёртый раз.

В 2015 г. – (1) «Патриотизм: история, современность, образ будущего», посвящалась 70-летию Победы в Великой Отечественной войне.

В 2016, 2017 годах (2, 3) «Патриотизм как объединяющая национальная идея».

## ЮБИЛЕИ



Редакционная коллегия журнала «Вестник Ульяновского государственного технического университета» поздравляет с 90-й годовщиной со дня рождения Людмилу Павловну Якимову – главного научного сотрудника Института филологии Сибирского отделения РАН, доктора филологических наук, профессора, постоянного автора нашего журнала на протяжении последних двух десятилетий.

Л. П. Якимова – известный русский литературовед, критик, автор семи монографий, нескольких сотен статей, посвящённых литературе Сибири, творчеству Л. М. Леонова и Вс. Иванова, воспоминаний, множества газетных и журнальных публикаций.

Обладая незаурядным исследовательским талантом, Л.П. Якимова внесла большой вклад в становление науки о литературе Сибири. Её леоноведческие работы на долгие годы определили одно из главных направлений изучения творческого наследия автора «Вора», «Русского леса» и «Пирамиды». Л. П. Якимовой разработана оригинальная методология мотивного анализа художественного текста, важнейшие аспекты интертекстуального подхода к феноменам отечественной литературы, возвращены в литературный процесс произведения Вс. Иванова и В. Правдухина, других полузабытых писателей XX века.

Редколлегия «Вестника УлГТУ», участники леоновских конференций, семинаров и симпозиумов, не проходивших без действенного участия Л. П. Якимовой, члены Международного открытого научного сообщества «Русская словесность: духовно-культурные контексты», одним из организаторов которого наш юбиляр была и остаётся в его составе по сей день, обращается к Вам, дорогая Людмила Павловна, со словами благодарности за Ваш многолетний труд на ниве российской науки и образования.

Долгих лет жизни, здоровья, творческой энергии Вам, человеку открытой души, старейшему леоноведу, коллеге, создателю научной школы и автору глубоких книг и статей, получивших широкую известность и признание в отечественной и зарубежной литературной науке.

## ABSTRACTS

### **Safiullina A. R. Application of the pedagogical support for increasing students' motivation to study a foreign language in University**

Keywords: pedagogical support of the person, motivation for studying a foreign language

*The terms of pedagogical support and motivation are considered in this article. The use of pedagogical support facilitating a successful foreign language acquisition by students in higher educational institution is explained here.*

### **Solomenko L. D. The problems of higher education are rooted in the secondary school**

Keywords: general education, applicant, physics, monitoring

*The article discusses issues of general education related to the preparation of future applicants for admission to the engineering areas of universities. Particular emphasis is placed on the importance of training school graduates in the exact sciences, including in physics. The dynamics of reducing the number of students passing the exam in physics in the Ulyanovsk region, as well as a decrease in the average score for this subject are given. Suggestions are given to improve the quality of training of students in physics.*

### **Tibushkina N. V. Images-symbols of nature in «Azure steppe» by M. A. Sholokhov**

Keywords: Sholokhov, motives of nature, symbol, image, «Don stories».

*The article examines the motives and images of the characters in the story of M. A. Sholokhov «Lazorevaya steppe». The basic images-symbols are allocated, their characteristic in connection with national poetic tradition and mythology is given.*

### **Tashlinskaya E. SH. Wandering as feature of national consciousness (on the example of the story by A. I. Svirsky «Saffron milk cap»)**

Keywords: wandering, spiritual quest, acquiring, values, traditions.

*The article reveals the prerequisites and sources of wandering as a special socio-cultural phenomenon, through the prism of which highlights the features of national identity. The inconsistency of the national character is shown. A particular expression of this phenomenon is the life of an unnecessary child as a struggle and a difficult path of wandering, hardships and the search for a better life.*

### **Manzhosov V. K. Model of the interaction waves of strain in the rod with the technological environment**

Keywords: wave of deformation, the wave equation, the method of traveling waves, the transformation waves of strain, the rod

*The model of interaction of the longitudinal deformation wave with the technological medium at elastic-plastic contact is considered. The parameters of the incident wave are known and can be described analytically. Rectangular, linearly increasing and linearly decreasing, sine and exponential deformation wave are considered as the given forms. The method of traveling waves is used to solve the wave equation. The model of interaction of the incident deformation wave with the technological medium is constructed.*

*Analytical dependences are presented to determine the parameters of the reflected wave formed in the contact section at the incident deformation wave of constant intensity.*

### **Tabakov V. P., Chikhranov A. V., Berezhnoy K. I. Study of structural parameters and mechanical properties multilayer coatings NbN-NbTiZrN**

Keywords: structure parameters, mechanical properties, titanium nitride, niobium nitride

*The results of phase analysis, structural parameters, and mechanical properties of NbN-NbTiZrN multilayer coatings are presented. The relationship of these characteristics with the coating structure and the composition of the functional layers is shown.*

### **Tabakov V. P., Chikhranov A. V., Dolzhenko Y. A. Research of wear-resistant coatings based on niobium nitride**

Keywords: structure parameters, mechanical properties, titanium nitride, niobium nitride

*The results of studies on phase analysis, structure parameters and mechanical properties of coatings based on niobium nitride are presented. The connection of these characteristics with the shape stability of the cutting wedge of the tool is shown.*

### **Unyanin A. N., Khazov A. V. Modeling the temperature field at elbor grinding of parts from titanium alloys with supply of ultrasonic oscillations**

Keywords: titanium alloy, grinding, temperature field, elbor, ultrasonic vibrations, modeling

*The results of modeling local temperatures and workpiece temperatures when grinding titanium alloy billets with superimposed ultrasonic vibrations on the workpiece are presented. The influence of the duration of contact of the abrasive grain with the workpiece and the oscillation phase on local temperatures is established. Technological factors affecting local temperatures have been identified. The application of ultrasonic testing allows to*

*reduce the temperature in the surface layers of the workpiece by 10%, local temperatures in the zone of contact of grain with the workpiece and shavings by 10-12 and 12-14%, respectively.*

**Leksin E. N., Savelev K. S., Kiselev E. S. The features of choice of cutting tools for composite materials machining**

Keywords: cutting tools, cutter, grinder, composite material, machining

*Information about the features of choice of cutting tools for composite materials machining with non-metallic fillers is presented. Installed, that the best results provided by SGS solid carbide end mills of CCR series without wear-resistant coatings. The period of tool life of this end mills in 11,4 times higher than standard carbide end mills.*

**Slepova O. M. The use of digital information technology in the everyday life of Russians: a typological analysis**

Keywords: digital information technologies, digital inequality, adaptive practices, types of digital activity.

*The article analyzes the practice of using information and digital technologies by different groups of the region's population in everyday life. Based on the results of the author's study, the types of residents were identified from the perspective of the use of digital information technology as an adaptive tool. A close relationship has been established between the level of ICT use and the success of adaptation in a modernizing society.*

**Sayfutdinov R. A., Niakina A. S. Formation of practical skills of using digital technologies in professional activity**

Keywords: digital technologies, labor activity, digital economy, digital literacy, education system, information and communication competences, labor market.

*With the development of the digital economy, the main task of training future in-demand specialists is to acquire practical skills of using modern information technologies in their professional activities.*

**Shivrinsky V. N. Multilevel capacitive fuel gauge sensor**

Keywords: capacity, dielectric permeability, fuel, insulating layer, multilevel electrodes, surface.

*A sensor containing electrodes and an insulating layer is considered. The electrodes are located inside the insulating layer that fills the interelectrode space entirely.*

**Lukonkina K. A., Epifanov V. V. Substantiation of indicators of quality of passenger transportations with the use of expert method**

Keywords: Expert method, ranking, index, quality, passenger.

*Given the principle of necessity and sufficiency information, solved the problem of ranking indicators of quality of passenger transport services in interregional message highlighting the most important of them using the method of expert estimates. The results of a questionnaire survey of passengers on satisfaction with the quality of passenger transport services in interregional traffic are presented.*

**Gusev S. I., Epifanov V. V. System of functioning of an unmanned vehicle**

Keywords: unmanned vehicles, system, functioning, process, model.

*The importance of unmanned transport technologies is emphasized. In relation to the technology of unmanned vehicle (BA), the system «automatic motion control system BA – unmanned vehicle – infrastructure BA – environment» is proposed. The process model of ensuring the quality of the BANK system functioning is developed.*

**Mansurova G.I., Mansurov P.M., Tulupova I. M. Pros and cons of online cash desks in small business**

Keywords: cash desk, online cash desk, cash registers, fiscal drive, small business, Federal Tax Service.

*The article discusses the features of using stand-alone online cash registers. What are these cash desks, what are their pros and cons and for whom they are best suited, the advantages and disadvantages of using online cash desks in small businesses.*

**Laptev N. V., Rybkina M. V. Prospects for the development of human resources (on the example of the Ulyanovsk region)**

Keywords: labor market, employee, region, personnel, forecast, perspective.

*The prospects of staffing development are considered (on the example of the Ulyanovsk region). The authors analyze the forecast of the balance of labor resources of the Ulyanovsk region for the period until 2020. The number of people employed in the economy is analyzed.*

## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

- Аристова Е. В., Н. Н. Тарасова**  
Магистерские программы за рубежом 2
- Выборнов Д. С.**  
Организация обучения сотрудников строительной компании по применению в работе современных программных продуктов 2
- Сайфутдинов Р. А.**  
Развитие информационно-коммуникационных компетенций в системе образования 3
- Сафиуллина А. Р.**  
Применение педагогического сопровождения студентов для повышения мотивации к изучению иностранного языка в вузе 4
- Соломенко Л. Д.**  
Проблемы высшего образования уходят корнями в общеобразовательную школу 4
- Стрелянская П. В., Шигабетдинова Г. М.**  
Современные методы обучения сотрудников на предприятии 2
- Тронин В. Г., Сидорчук Т. А.**  
Опыт преподавания ТРИЗ школьникам старших классов 3
- Шигабетдинова Г. М., Давлетшина Л. Х., Гапонова С. В.**  
Опыт организации диагностики сформированности инженерного мышления школьников 3
- ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**
- Балыков Д. В.**  
Эскапизм как психологический феномен 1
- Белей А. Ю.**  
Эмоциональная регуляция поведения как феномен 1
- Большакова А. Ю.**  
Возвращение русской новеллистики в деревенской прозе 2-й половины XX в. (В. Астафьев, В. Шукшин) 3
- Зиновьева Э. Н.**  
Игорь-Северянин: эксперименты в области синтеза искусств 1
- Исаева Е. А.**  
Влияние родителей на воспитание детей 2
- Кудрякова Т. В.**  
Мортальная топология страны и мира в поэзии Геннадия Айги 3
- Новикова Д. С.**  
Девиантное поведение 1

## Содержание журнала за 2019 г.

### В 2019 г. в журнале «Вестник УЛГТУ» опубликовано

- Равин А. С.**  
Влияние характера человека на организацию рабочего места 2
- Сайфутдинова Р. Р.**  
Современные антологии: обзор издательских ошибок 2
- Ташлинская Е. Ш.**  
Странничество как особенность национального самосознания (на примере повести А. И. Свирского «Рыжик») 4
- Тибушкина Н. В.**  
Образы-символы природы в «Лазоревой степи» М. А. Шолохова 4
- Тибушкина Н. В.**  
«Осенняя» образность в романе М. А. Шолохова «Тихий Дон» 1
- Шумков А. В.**  
Психология делового общения 3
- Якимова Л. П.**  
Мотивно-сюжетный концепт игры в творчестве Леонида Леонова (К 120-летию со дня рождения писателя) 1
- ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**
- Гладун А. В., Вельмисов П. А.**  
О построении управления колебаниями трубопровода 2
- Жиляев О. В.**  
Инерционный способ измерения расхода и плотности среды 1
- Земсков А. А., Кашкиров С. А., Манжосов В. К.**  
Модель движения двух твёрдых тел при столкновении с преградой и односторонними связями 2
- Земсков А. А., Кашкиров С. А., Манжосов В. К.**  
Модель спуска твёрдого тела на упругой подвеске 3
- Комили Абдулхай Шарифзода**  
Вопросы пространства, времени и материи с точки зрения Абу Бакра ар-Рази 3
- Манжосов В. К.**  
Модель взаимодействия волны деформации в стержне с технологической средой 4
- Манжосов В. К., Самсонов А. А.**  
Активные и реактивные силы в рычажном механизме захвата при

- контакте ведомого звена с твёрдым телом 1
- Манжосов В. К., Самсонов А. А.**  
Динамика процесса кручения неподвижного стержня с учётом и без учёта распределённой массы 3
- Манжосов В. К., Самсонов А. А.**  
Модель движения закреплённого стержня с диском при кручении и разрыве связи 2

### МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Табак В. П., Чихранов А. В., Бережной К. И.**  
Исследование структурных параметров и механических свойств многослойных покрытий NbN-NbTiZrN 4
- Табак В. П., Чихранов А. В., Долженко Я. А.**  
Исследование износостойких покрытий на основе нитрида ниобия 4
- Унянин А. Н., Хазов А. В.**  
Моделирование температурного поля при элборовом шлифовании заготовок из титановых сплавов с наложением ультразвуковых колебаний 4
- Лексин Е. Н., Савельев К. С., Киселев Е. С.**  
Выбор режущих инструментов для изготовления деталей из авиационных композиционных материалов 4
- ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- Андрянов Н. А., Васильев К. К.**  
Свойства авторегрессий с кратными корнями характеристических уравнений 1
- Дементьев В. Е.**  
Использование модифицированного метода максимизации ожиданий для идентификации параметров дважды стохастической модели 2
- Сайфутдинов Р. А., Някина А. С.**  
Формирование практических навыков использования цифровых технологий в профессиональной деятельности 4
- Слепова О. М.**  
Использование информационно-цифровых технологий в повседневной жизни россиян: типологический анализ 4

## ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

**Кузнецов А. В., Чикин В. В.**

Правовые аспекты управления качеством электроэнергии в электроэнергетической системе 1

**Кузнецов А. В., Юренков Ю. П.**

Применение жидкометаллических самовосстанавливающихся ограничителей тока для энергосберегающих систем транспортировки и распределения электроэнергии 1

**Меньшов Е. Н., Шалаев Е. С.**

Разработка тепловой схемы канала принудительного охлаждения обмоток сухого трансформатора 1

**Милашкина О. В., Алексеев Д. Э., Куклев Н. А.**

Особенности инновационной системы навигации global landing system (GLS) для обеспечения информации о местоположении, требуемой для подхода и посадки воздушных судов 1

**Милашкина О. В., Цветков М.**

Проектирование и модернизация электросветотехнического оборудования аэродрома 2

**Харькин Д. В., Ефимов И. П.,**

**Алимова Д. Ш.**

Методы снижения влияния краевых эффектов в световодах бокового подсвета жидкокристаллических модулей 3

**Чан В. Т., Киселев С. К.**

Обнаружение неисправностей ГЛОНАСС/GPS трекеров при эксплуатации 3

**Шивринский В. Н.**

Многоуровневый датчик ёмкостного топливомера 4

**Шивринский В. Н.**

Сигнализатор числа М 2

## ЭНЕРГЕТИКА

**Александров Д. С., Калашников А. С.**

Структурный метод расчёта токов замыкания в цепях выпрямительных установок 2

**Кузнецов А. В., Ребровская Д. А., Бирков А. С.**

Совершенствование математической модели снижения потерь мощности в сетевой организации при компенсации реактивной мощности 1

**Меньшов Е. Н.**

Роль калибровки Лоренца в электродинамике 2

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

**Алексеева А. В.**

Применение методов статистического контроля для диагностики вибросостояния гидроагрегата 1

**Гусев С. И., Епифанов В. В.**

Система функционирования беспилотного автотранспортного средства 4

**Денисова Е. О., Кривенко М. И., Кочеткова Р. М.**

Влияние воспроизводства населения на формирование трудовых ресурсов 2

**Ерошевская М. С.**

Рекламная деятельность в сфере образовательных услуг 3

**Клеймёнова Т. Н.**

Перспективы переработки твёрдых бытовых отходов: результаты эмпирического исследования 3

**Кузнецов В. В., Лаптев Н. В.,**

**Рыбкина М. В., Большухина И. С., Каймаков Д. А.**

Занятость населения в современных условиях 1

**Кузнецов В. В., Рыбкина М. В.,**

**Большухина И. С.**

Регионы в условиях реализации национальных проектов 3

**Кузнецов В. В., Сайфутдинов Р. А., Большухина И. С.**

Управление развитием экономики в современных условиях 2

**Лаптев Н. В., Рыбкина М. В.**

Перспективы развития кадрового обеспечения (на примере Ульяновской области) 4

**Лобин М. А., Филиппова И. А.**

Машинное обучение в экономике 3

**Луконькина К. А., Гусев С. И.,**

**Епифанов В. В.**

Мониторинг качества транспортных услуг в системе межрегионального пассажирского автомобильного транспорта (на примере Ульяновской области) 3

**Луконькина К. А., Епифанов В. В.**

Обоснование показателей качества межрегиональных пассажирских перевозок с применением экспертного метода 4

**Мансурова Г. И., Мансуров**

**П. М., Тулупова И. М.**

Плюсы и минусы онлайн касс в малом бизнесе 4

**Маркова Е. В., Аль-Дарабсе**

**А. М. Ф.**

Влияние инноваций на экономический рост 2

**Маркова Е. В., Аль-Дарабсе**

**А. М. Ф., Черенькая Е. В.**

Форсайт-аудит систем управления в аэрокосмической технологии 1

**Носач И. Л.**

Перспективы развития ТНК в России 1

**Сабурова М. М., Конченков В. М.**

Воздействие цветowych визуализаций на покупательское решение при продвижении товаров и услуг в сети интернет 3

**Ширяева Н. В.**

Выявление факторов и проблем при формировании финансовых результатов на предприятии 3

## ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА.

КОНФЕРЕНЦИИ. ЮБИЛЕИ 1, 2, 4

## ABSTRACTS

1, 2, 3, 4

Правила оформления статей для журнала «Вестник УлГТУ» 2