

## MODEL FOR EVALUATION THE CONFORMITY OF ELECTRIC POWER ENTERPRISE EMPLOYEE PROFESSIONAL CHARACTERISTICS

R. M. Mansurov <sup>a</sup>, D. Yu. Pashali <sup>b</sup>, A. Yu. Demin <sup>c</sup>, O. A. Yushkova <sup>d</sup>

*Ufa State Aviation Technical University (UGATU)*

<sup>a</sup> rrenman@bk.ru, <sup>b</sup> dipashali@mail.ru, <sup>c</sup> deminal77@yandex.ru, <sup>d</sup> yushkova-usatu@bk.ru

*Submitted 2022, August 22*

**Abstract.** Approaches and methods used to improve the personnel potential of an electric power enterprise are analyzed. For example, the causes of emergency shutdowns of substations of the Republic of Bashkortostan are analyzed, their dependence on the classification of personnel is established. A model for evaluating professional characteristics has been developed to determine the compliance of an employee of an electric power enterprise with the position he occupies, and to evaluate employees for the formation of a personnel reserve and planning professional advancement and career.

**Keywords:** model; assessment; professional characteristics; personnel potential; employee; electric power company; position; personnel reserve; substation; emergency shutdown.

## МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОТРУДНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Р. М. Мансуров <sup>a</sup>, Д. Ю. Пашали <sup>b</sup>, А. Ю. Демин <sup>c</sup>, О. А. Юшкова <sup>d</sup>

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)*

<sup>a</sup> rrenman@bk.ru, <sup>b</sup> dipashali@mail.ru, <sup>c</sup> deminal77@yandex.ru, <sup>d</sup> yushkova-usatu@bk.ru

*Поступила в редакцию 22.08.2022*

**Аннотация.** Проанализированы подходы и методики, применяемые для совершенствования кадрового потенциала электроэнергетического предприятия. Для примера проанализированы причины аварийных отключений подстанций Республики Башкортостан, установлена их зависимость от классификации персонала. Разработана модель оценки профессиональных характеристик, позволяющая определить соответствие сотрудника электроэнергетического предприятия занимаемой им должности, и оценить сотрудников для формирования кадрового резерва и планирования профессионального продвижения и карьеры.

**Ключевые слова:** модель; оценка; профессиональные характеристики; кадровый потенциал; сотрудник; электроэнергетическое предприятие; должность; кадровый резерв; подстанция; аварийное отключение.

## ВВЕДЕНИЕ

С течением времени, количество электроэнергетических предприятий только увеличивалось, что привело к усилению конкуренции, которая стала определять положение организации на рынке. Поскольку электроэнергетическое предприятие сегодня эффективно функционирует за счет квалифицированных специалистов, качество персонала организации стало одним из главных факторов, определяющих положение предприятия в конкурентной борьбе за место на рынке. Осуществляется реструктуризация электроэнергетических предприятий, принимаются инновационные стратегии, и, как следствие, возникает потребность в смене стратегии управления персоналом, а значит и построении кадровой политики организации, которая является частью политики предприятия и должна полностью соответствовать концепции его развития. Учитывая тенденцию смещения от квалификационного подхода к компетентностному, акцентирующему внимание не на знаниях, умениях и навыках, а на результате труда и умении адаптироваться под различные ситуации в условиях неопределенности, больше внимания следует уделять таким проблемам как компетентность, с одной стороны, и мотивация с другой. Электроэнергетическим предприятиям требуются не просто высококлассные специалисты в своей области, а специалисты, готовые к развитию, умеющие подстраиваться под динамично развивающуюся среду. Однако, несмотря на столь остро встающую проблему, большинство компаний не уделяют должного внимания формированию кадрового потенциала.

Чаще всего, деятельность по работе с персоналом сводится к простому учету сотрудников и подбору кандидатов «с улицы» на имеющиеся вакансии. Подобные процессы сильно снижают конкурентоспособность электроэнергетического предприятия, поскольку не только не дают возможности реализовать цели и задачи, стоящие перед компанией, но и могут привести к потере уже имеющихся специалистов.

Становится очевидной необходимость проведения на электроэнергетических предприятиях новой кадровой стратегии и политики, ставящей целью формирование и развитие кадрового потенциала, способного реагировать на инновационные изменения и при этом полностью соответствовать концепции развития компании.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ публикаций по проблемам управления персоналом показал большое разнообразие подходов и методик, применяемых для совершенствования процесса управления кадрами. Наиболее распространенным методом оценки персонала в России является аттестация. С приходом на российский рынок западных компаний, начали появляться и другие, более современные, методы оценивания сотрудников.

С каждым годом растет число организаций, применяющих *MBO (Management by Objectives)*, *PM (Performance Management)*, «360 градусов», *Assessment Center* и *KPI (Key Performance Indicators)* [1]. В работе [2] проведен анализ особенностей процесса оценки компетентности сотрудников при помощи нечетких систем вывода, разработан алгоритм проверки соответствия персонала занимаемым должностям. В работе [3] рассмотрен меритократический метод, а именно, система оценки персонала *KPI (Key Performance Indicators)*, которая основана на оценке труда по реальным достижениям с использованием механизмов объективных измерений и позволяет определить эффективность сотрудников фирмы на предмет их способности достижения стратегических и тактических целей.

Авторами также проведен анализ аварийных отключений подстанций (ПС) «Сайраново» в 2021 году и «Старо Мусино» в 2020 году, результаты анализа представлены на рис. 1 и 2. ПС «Сайраново» и «Старо Мусино» 35/10 кВ расположены в Республике Башкортостан, Чишминский район, оперативное обслуживание ПС осуществляется бригадами, базирующимися в Чишминском РЭС.

В табл. 1 приведено количество аварийных отключений ПС «Сайраново» за 2019–2021 гг. В табл. 2 приведены показатели аварийности и повреждаемости подстанций.

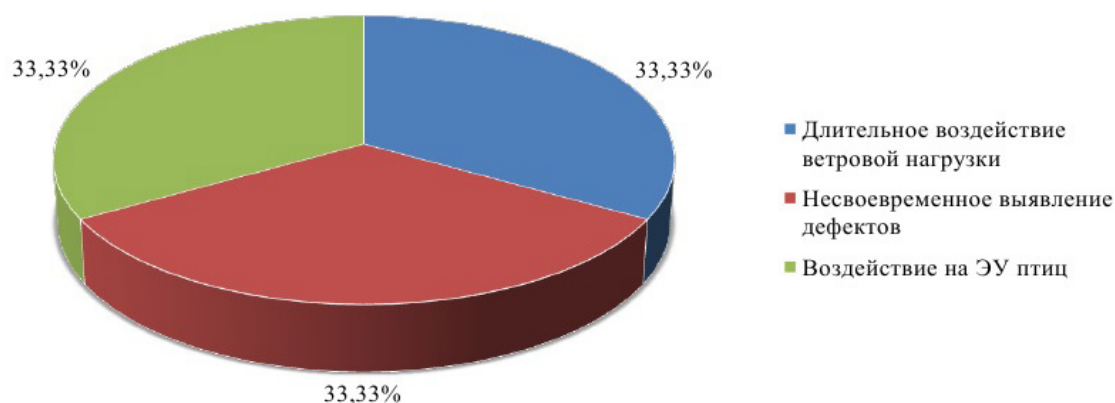


Рис. 1. Результаты анализа аварийных отключений ПС «Сайраново» в 2021 году

Таблица 1. Количество аварийных отключений ПС «Сайраново»

Причины отключений	Количество отключений					
	2019 г.	%	2020 г.	%	2021 г.	%
Атмосферные перенапряжения	2	15,38	0	0	0	0
Воздействие на электроустановки птиц	4	30,77	3	50	1	33,33
Повреждение оборудования потребителей электрической энергии	4	30,77	2	33,33	0	0
Несвоевременное выявление дефектов	1	7,69	0	0	1	33,33
Превышение параметров воздействия стихийных явлений	1	7,69	0	0	0	0
Длительное воздействие ветровой нагрузки	0	0	1	16,67	1	33,33
Прочие воздействия	1	7,69	0	0	0	0

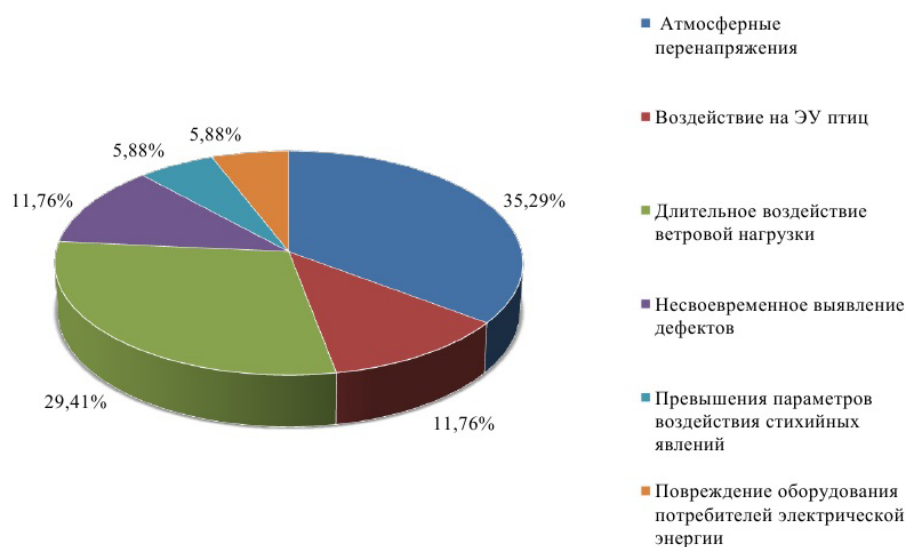


Рис. 2. Результаты анализа аварийных отключений ПС «Старо Мусино» в 2020 году

**Таблица 2.** Показатели аварийности и повреждаемости подстанций

Год	2019		2020		2021	
	Кол-во отключений	Время отключения, часов	Кол-во отключений	Время отключения, часов	Кол-во отключений	Время отключения, часов
Подстанция «Сайраново»	13	16,154	6	4,45	3	2,272
Подстанция «Старо Мусино»	12	17,123	17	16,115	3	2,564

На рис. 3 показано время отключений в процентах в зависимости от вида повреждения. Данные приведены суммарно по двум подстанциям.



**Рис. 3.** Время отключений в процентах в зависимости от вида повреждения, суммарно по подстанциям «Сайраново» и «Старо Мусино»

По итогам анализа аварийных отключений на подстанциях за 2019–2021 гг. (рис. 3) установлено, что длительные нарушения электроснабжения наблюдались в том числе из-за: атмосферных перенапряжений, несвоевременного выявления дефектов; несоблюдения технического обслуживания; неудовлетворительного технического состояния оборудования. Эти причины напрямую связаны с работой электротехнического персонала, в частности: последствия атмосферных перенапряжений устраняет персонал путем выявления поврежденных участков линий электропередач или оборудования подстанций.

В частности, для обучения персонала и уменьшения количества аварийных отключений на подстанциях необходимо внедрять на предприятиях электроэнергетического комплекса современные методы и технологии обучения и анализа работы подстанций, например, цифровые двойники подстанций, которые позволяют отрабатывать различные ситуации, в том числе и аварийные, без повреждения оборудования и делать реальные прогнозы работы. Приведем примеры применения цифровых технологий:

– цифровая модель объекта электроэнергетики позволяет менять параметры работы оборудования и вносить улучшения гораздо быстрее и безопаснее, чем при испытаниях на реальных объектах;

– искусственный интеллект позволяет: выявлять сильные и слабые стороны соискателя при подборе и обучении персонала; выявить проблемные моменты и акцентировать на них внимание;

– обучение персонала на виртуальных тренажерах и профильных онлайн-курсах с применением дистанционных образовательных технологий;

– использование голосовых помощников и виртуальных очков при проведении работ и обучения персонала;

– применение роботизированных систем для обследования энергетических объектов и т.д.

Следует отметить, что применение современных технологий возможно в различных комбинациях и при различных поставленных задачах, при этом совершенствование методик оценки качества сотрудников и реализация процесса оценки с учетом опыта отечественных и зарубежных исследований является актуальной научно-технической задачей.

### МОДЕЛЬ СООТВЕТСТВИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОТРУДНИКА

Авторами разработана модель оценки соответствия профессиональных характеристик сотрудника электроэнергетического предприятия, при этом были приняты следующие исходные данные:

$X_i (i = \overline{1, n})$  – множество характеристик оценки профессиональных качеств сотрудника;

$Z_j (j = \overline{1, m})$  – множество сотрудников;

$O_{\text{образ}}^j$  – оценка уровня образования, которая принимает следующие значения:

0,15 – для лиц, имеющих незаконченное среднее образование;

0,60 – для лиц со средним образованием;

0,75 – для лиц со среднетехническим и незаконченным высшим образованием;

1 – для лиц с высшим образованием по специальности.

$C_j$  – стаж работы сотрудника по специальности;

$V_{mj}$  – возраст сотрудников;

$\Pi_{pj}$  – прибыль предприятия, приходящаяся на одного сотрудника;

$P_{\text{opp}}$  – общие расходы на сотрудника;

$\mathcal{E}_{\text{прв}}^j$  – эквивалент полного рабочего времени сотрудника.

В разработанной модели осуществлена лингвистическая классификация, при этом определялись:

–  $R = \{r_i\}$  – значимости характеристик;

– индекс качества (порядок свертки  $f^*(X, R)$ ) для всех сотрудников предприятия  $I_{\text{кач}}^j$ ;

–  $ССИС_{\Pi}$  – степень соответствия сотрудника профилю идеального работника по занимаемой должности.

Существуют шкалы для лингвистической оценки [4]: простейшая бинарная – «Много/мало»; тринарная – «Много-средне-мало»; пятиуровневый классификатор – «Очень низкий (ОН) – Низкий (Н) – Средний (Ср) – Высокий (В) – Очень высокий (ОВ)»; шкалы более семи состояний.

Для проведения достоверной лингвистической оценки степени соответствия была выбрана лингвистическая шкала – нечеткий пятиуровневый классификатор (пенташкала) на трапециевидных числах «Очень низкий (ОН) – Низкий (Н) – Средний (Ср) – Высокий (В) – Очень высокий (ОВ)», каждому словесному элементу которого отвечает нечеткое число. По-

строенный классификатор является разновидностью так называемой «серой» шкалы Поспелова [2], представляющей собой полярную (оппозиционную) шкалу, в которой переход от свойства  $A^+$  к свойству  $A^-$  происходит постепенно. Подобные шкалы удовлетворяют условиям [5]:

а) взаимной компенсации между свойствами  $A^+$  и  $A^-$  (чем в большей степени проявляется  $A^+$ , тем в меньшей степени проявляется  $A^-$ , и наоборот);

б) наличия нейтральной точки  $A^0$ , интерпретируемой как точка наибольшего противоречия, в которой оба свойства присутствуют в равной степени.

В случае стандартной пенташкалы, определенной на 01-носителе, абсциссы нейтральных точек на этом носителе имеют координаты (0,2; 0,4; 0,6; 0,8) [6, 7], а сам пятиуровневый классификатор, построенный на трапециевидных нечетких числах, приведен на рис. 4.

Полное множество состояний  $A$  соответствия профессиональных характеристик сотрудника идеальному профилю разбиваем на пять (в общем случае пересекающихся) нечетких подмножеств вида:

$A_1$  – нечеткое подмножество состояний «очень низкая»;

$A_2$  – нечеткое подмножество состояний «низкая»;

$A_3$  – нечеткое подмножество состояний «средняя»;

$A_4$  – нечеткое подмножество состояний «высокая»;

$A_5$  – нечеткое подмножество состояний «очень высокая».

То есть множество сгенерированных термов (терм-множество) лингвистической переменной «Соответствие профилю идеального сотрудника энергетического предприятия» состоит из пяти компонентов.

Каждому из подмножеств  $A_1...A_5$  соответствуют свои функции принадлежности  $\mu_1(I)... \mu_5(I)$ . Качественный вид функций  $\mu_i(I)$  представлен на рис. 4.

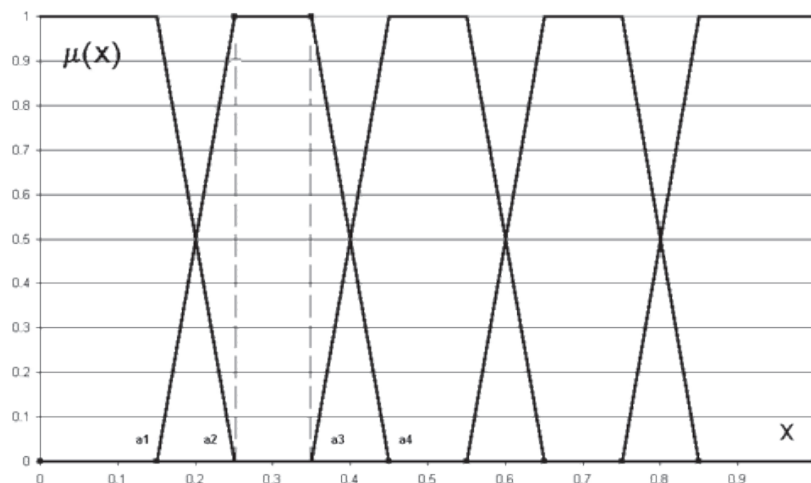


Рис. 4. Качественный вид функции принадлежности

Поставим в однозначное соответствие функции принадлежности  $\mu_i(I)$  нечеткое число

$$\beta(a_1, a_2, a_3, a_4),$$

где  $a_1$  и  $a_4$  – абсциссы нижнего основания, а  $a_2$  и  $a_3$  – абсциссы верхнего основания трапеции (рис. 1), задающей  $\mu$  в области с ненулевой принадлежностью носителя  $I$  соответствующему нечеткому подмножеству.

Назовем числа  $\beta$  трапециевидными или, кратко, Т-числами.

Итак,  $I_{\text{кач}j}$  – индекс качества сотрудника, которому отвечает пятерка нечетких Т-чисел  $\{\beta\}$  вида.

Функция принадлежности  $\mu_q$  рассчитывается в соответствии со следующими соотношениями:

$$\text{Если } a_{2q} \leq I_{\text{кач}} \leq a_{3q}, \mu_q = 1, q = 1 \dots 5;$$

$$a_{3q} \leq I_{\text{кач}} \leq a_{4q}, \mu_q = \frac{(a_{4q} - I_{\text{кач}})}{a_{4q} - a_{3q}};$$

$$\mu_{q+1} = 1 - \mu_q; q = 1 \dots 4.$$

Правило для распознавания соответствия идеальному профилю сотрудника имеет вид (табл. 3), с результатом распознавания оценивается уровень соответствия.

**Таблица 3.** Классификация уровня соответствия

Интервал значений	Степень соответствия профилю идеального сотрудника	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq I_{\text{кач}} \leq 0,15$	«очень низкая»	1
$0,15 \leq I_{\text{кач}} \leq 0,25$	«очень низкая»	$\mu_1 = 10 \cdot (0,25 - I_{\text{кач}})$
	«низкая»	$1 - \mu_1 = \mu_2$
$0,25 \leq I_{\text{кач}} \leq 0,35$	«низкая»	1
$0,35 \leq I_{\text{кач}} \leq 0,45$	«низкая»	$\mu_2 = 10 \cdot (0,45 - I_{\text{кач}})$
	«средняя»	$1 - \mu_2 = \mu_3$
$0,45 \leq I_{\text{кач}} \leq 0,55$	«средняя»	1
$0,55 \leq I_{\text{кач}} \leq 0,65$	«средняя»	$\mu_3 = 10 \cdot (0,65 - I_{\text{кач}})$
	«высокая»	$1 - \mu_3 = \mu_4$
$0,65 \leq I_{\text{кач}} \leq 0,75$	«высокая»	1
$0,75 \leq I_{\text{кач}} \leq 0,85$	«высокая»	$\mu_4 = 10 \cdot (0,85 - I_{\text{кач}})$
	«очень высокая»	$1 - \mu_4 = \mu_5$
$0,85 \leq I_{\text{кач}} \leq 1$	«очень высокая»	1

Далее после определения соответствия по табл. 3 рекомендуется, используя данные аттестационных листов, рассчитать коэффициент эффективности сотрудника  $K_{\text{эфф}}$  по соотношениям [8]

$$K_{\text{эфф}} = (B_{\text{ср1}}D_1 + B_{\text{ср2}}D_2)/(D_1 + D_2), \quad (1)$$

где  $B_{\text{ср1}}$  – средняя оценка в баллах по «основной» работе (с учетом всех показателей оценки  $K_1$ – $K_8$ );  $B_{\text{ср2}}$  – средняя оценка в баллах по дополнительной работе (с учетом всех показателей оценки  $K_1$ – $K_8$ );  $D_1$  – продолжительность выполнения «основной» работы в днях;  $D_2$  – продолжительность выполнения дополнительной работы в днях.  $K_1$  – степень сложности труда;  $K_2$  – степень напряженности труда;  $K_3$  – степень качества труда;  $K_4$  – уровень планирования труда;  $K_5$  – уровень организованности труда;  $K_6$  – способность к руководству;  $K_7$  – коммуникабельность;  $K_8$  – отношение к работе.

Например, коэффициент эффективности труда руководителя оперативно-ремонтного персонала электроэнергетического предприятия, должен быть не менее значения, определяемого по соотношению (1)

$$K_{\text{эфф}} = (6 \cdot 21 + 7 \cdot 30) / (21 + 30) = 6,588.$$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализированы подходы и методики, применяемые для совершенствования кадрового потенциала электроэнергетического предприятия. Для примера проанализированы причины аварийных отключений подстанций «Старо Мусино» и «Сайраново» Республики Башкортостан за 2019–2021 гг., установлена связь их продолжительности и периодичности от квалификации персонала. На основе восьми коэффициентов-показателей разработана модель оценки профессиональных характеристик сотрудников электроэнергетических предприятий, позволяющая определить соответствие занимаемой должности, оценить сотрудников для формирования кадрового резерва и планирования профессионального продвижения по итоговому коэффициенту эффективности и времени загрузки по основной и дополнительной рабочей деятельности. Применение модели на практике позволит сократить периодичность и продолжительность аварийных отключений подстанций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фролова В. Ю.** Моделирование и анализ бизнес-процесса оценки персонала. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hse.ru> (дата обращения 25.05.2022). [ V. Yu. Frolova (2022, May 25), *Modeling and analysis of the business process of personnel assessment* [Online], (in Russian). Available: <http://www.hse.ru> ]
2. **Выклюк А. В., Землянская С.Ю.** Разработка методики оценки компетентности сотрудника IT-отдела с помощью систем нечеткого ввода // Материалы VIII Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» (ИУСМКМ – 2017). Донецк: ДонНТУ, 2017. С. 281–286. [ A. V. Vykyuk, S. Yu. Zemlyanskaya, "Development of a methodology for assessing the competence of an IT department employee using fuzzy input systems", (in Russian), in *Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference "Computer Science, Control Systems, Mathematical and Computer Modeling" (IUSMKM - 2017)*, 2017, pp. 281-286. ]
3. **Методы и цели оценки персонала: как превратить сотрудников из инструмента в мозговой центр компании.** [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/guide/otsenka-personala.html> (дата обращения 02.04.2022). [ Methods and goals of personnel assessment: how to turn employees from a tool into a company's think tank (2022, Apr. 2). [Online]. Available: <https://www.kp.ru/guide/otsenka-personala.html> ]
4. **Недосекин А. О., Фролов С. Н.** Лингвистический анализ гистограмм экономических факторов. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ifel.ru/br4/5.pdf> (дата обращения 25.05.2022). [ A. O. Edosekin, S. N. Frolov (2022, May 25), *Linguistic analysis of histograms of economic factors* [Online], (in Russian). Available: <http://www.ifel.ru/br4/5.pdf> ]
5. **Рейли Р., Швайс Р.** Оценка нематериальных активов. М.: ИД «Квинто-Консалтинг», 2005. 792 с. [ R. Reilly, R. Schweiss, *Valuation of intangible assets*, (in Russian). Moscow: ID "Kvinto-Consalting", 2005. ]
6. **Тугускина Г. Н.** Методика оценки человеческого капитала предприятия // Украина: аспекты труда. 2009. № 5. С. 42–46. [ G. N. Tuguskina, "Methodology for assessing the human capital of an enterprise", (in Russian), in *Ukraina: aspekty truda*, no. 5, pp. 42-46, 2009. ]
7. **Царев В. В., Евстратов А. Ю.** Оценка индивидуальной стоимости работника коммерческого предприятия // Управление персоналом. 2008. № 24. С. 34–39. [ V. V. Tsarev, A. Yu. Evstratov, "Evaluation of the individual cost of a worker of a commercial enterprise", (in Russian), in *Upravlenie personalom*, no. 24, pp. 34-39, 2008. ]
8. **Зайнетдинова И. Ф.** Оценка деятельности работников организации: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 120 с. [ I. F. Zainetdinova, *Evaluation of the activities of employees of the organization: a teaching aid*, (in Russian). Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2016. ]

### ОБ АВТОРАХ

- МАНСУРОВ Ренат Музафарович**, магистрант 2 года обучения каф. ЭМ УГАТУ. Иссл. в обл. управления персоналом на предприятиях электроэнергетической отрасли.
- ПАШАЛИ Диана Юрьевна**, доц. каф. ЭМ. Дипл. инженера-электрика (УАИ, 1994). Канд техн. наук по диагностике электромеханических преобразователей энергии по внешнему магнитному полю (УГАТУ, 2004). Иссл. в обл. электромеханических преобразователей энергии и их надежности.



---

**ДЕМИН Алексей Юрьевич**, проф. каф. ЭИ. Дипл. магистра приборостроения (УГАТУ, 2000). Д-р техн. наук по информационно-измерительным системам для оценки электрических параметров биологических объектов (УГАТУ, 2011). Иссл. в обл. информационно-измерительным систем.

**ЮШКОВА Оксана Алексеевна**, доц. каф. ЭМ. Дипл. магистра техники и технологий (УГАТУ, 2008). Канд техн. наук по диагностике электромеханических преобразователей энергии по внешнему магнитному полю (УГАТУ, 2011). Иссл. в обл. электромеханических преобразователей энергии и их надежности.

**MANSUROV, Renat Muzafarovich**, master's student, Dept. of Electromechanics (USATU).

**PASHALI, Diana Yurievna**, Assoc. Prof., Dept. of Electromechanics. Electrical Engineer (UAI, 1994). Cand. of Tech. Sci. (USATU, 2004).

**DEMIN, Alexey Yuryevich**, Prof., Dept. of the Electronic engineering. Master of Instrument Engineering (USATU, 2000). Dr. of Tech. Sci. (USATU, 2011).

**YUSHKOVA, Oksana Alekseevna**, Assoc. Prof., Dept. of Electromechanics. Master of Engineering and Technology (USATU, 2008). Cand. of Tech. Sci. (USATU, 2011).

**Language:** Russian.

**Source:** Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 26, no. 4 (98), pp. 40-48, 2022. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).