

В.Б. Рыстыгулова*

ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес
университеті, Астана, Қазақстан

*Корреспондент авторы: RystygulovaV@gmail.com

КАДРЛАРДЫ БАҒАЛАУ МОДЕЛІ ЖӘНЕ РЕЙТИНГ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУДАҒЫ ТИІМДІ ӘДІСТЕР МЕН АЛГОРИТМДЕР

Түйін

Бұл мақалада кіші және орта кәсіпорындарда қызметкерлердің жұмыс сапасын арттыруға бағытталған кадрларды бағалау және рейтингтік жүйені құру тәсілдері қарастырылды. Зерттеудің негізгі мақсаты – персоналды бағалау саласында кең таралған үш әдістің (АНР, TOPSIS және XGBoost) тиімділігін салыстыру және олардың кіші және орта кәсіпорындарда жағдайында қолданылу мүмкіндігін талдау. Зерттеу барысында ашық HR-аналитика деректер жиыны негізінде критерийлер жүйесі қалыптастырылып, АНР әдісі арқылы бағалау критерийлерінің салмақ коэффициенттері есептелді. TOPSIS әдісі көмегімен көпкритерийлі рейтинг құрылып, қызметкерлердің интегралды бағасы анықталды. Сонымен қатар XGBoost алгоритмі негізінде деректерге сүйенген болжамдық модель құрастырылып, рейтингтің машиналық оқыту арқылы қалыптасу ерекшеліктері қарастырылды. Алынған нәтижелер әдістердің артықшылықтары мен шектеулерін көрсетіп, кіші және орта кәсіпорындарда үшін рейтинг жүйесін енгізуде түсіндірмелілік, енгізу күрделілігі және деректер сапасына тәуелділік факторлары шешуші екенін дәлелдеді. Зерттеу қорытындысы бойынша кіші және орта кәсіпорындарда жағдайында рейтингтік бағалау жүйесін тиімді енгізудің перспективалы бағыты ретінде сараптамалық және деректерге негізделген тәсілдерді біріктіретін гибрид модельдерді қолдану ұсынылады.

Кілттік сөздер: кадрларды бағалау, рейтинг жүйесі, АНР, TOPSIS, XGBoost, кіші және орта кәсіпорындар, HR-аналитика, көпкритерийлі шешім қабылдау.

Кіріспе

Қазіргі уақытта кіші және орта кәсіпорындардың (КжОК) бәсекеге қабілеттілігін арттырудағы негізгі факторлардың бірі – адами ресурстарды тиімді басқару және қызметкерлердің жұмыс нәтижесін тұрақты бақылау болып табылады. Өндірістік және сервистік қызмет түрлерінде жұмыс сапасы көбіне қызметкердің кәсіби құзыреттілігіне, орындаушылық тәртібіне, жауапкершілік деңгейіне, сондай-ақ командалық ортадағы белсенділігіне тікелей тәуелді. Осыған байланысты ұйымдарда персоналды бағалау үдерісін жүйелеу және нәтижеге негізделген басқару шешімдерін қабылдау қажеттілігі жыл сайын артып келеді.

КжОК сегментінде кадрларды бағалау жүйесін енгізудің маңыздылығы ерекше, себебі мұндай ұйымдарда басқару құрылымы салыстырмалы түрде ықшам, кадр ресурсы шектеулі және қызметкердің жалпы нәтижеге ықпалы жоғары болады. Дегенмен тәжірибе көрсеткендей, көптеген кәсіпорындарда қызметкерлерді бағалау көбіне субъективті пікірге, жетекшінің жеке бақылауына немесе формалды есептерге сүйенеді. Мұндай тәсілдер қызметкерлердің нақты үлесін әділ өлшеуге мүмкіндік бермей, мотивацияның төмендеуіне, кадр тұрақсыздығына және еңбек өнімділігінің әлсіреуіне әкелуі мүмкін. Сондықтан бағалау нәтижесін сандық түрде көрсететін, салыстыруға және талдауға болатын рейтингтік жүйелерді қолдану – кадрлық басқарудың тиімді құралдарының бірі ретінде қарастырылады.

Персоналды рейтингтік бағалау жүйесі қызметкерлердің жұмыс сапасын өлшеуге, олардың көрсеткіштерін салыстыруға, ынталандыру мен марапаттау механизмдерін негіздеуге, сондай-ақ кадрлық резервті қалыптастыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар

мұндай жүйелер басқарушылық шешімдердің дәлдігін арттырып, ұйым ішіндегі еңбек тиімділігін жоспарлау мен бақылауды жеңілдетеді. Алайда рейтингтік жүйені құру кезінде қолданылатын әдістердің таңдалуы ұйымның мақсаттарына, бағалау критерийлерінің сипатына және қолда бар деректердің құрылымына тәуелді. Осы тұрғыдан әртүрлі әдістердің нәтижелерін салыстыра отырып, КжОК үшін тиімді және қолдануға ыңғайлы тәсілдерді анықтау ғылыми және практикалық тұрғыдан өзекті мәселе болып табылады[1].

Осы зерттеудің мақсаты – кіші және орта кәсіпорындарда қызметкерлердің жұмыс сапасын арттыруға бағытталған рейтингтік бағалау жүйесін құруда қолданылатын кең таралған үш әдісті салыстыру және олардың артықшылықтары мен шектеулерін талдау. Зерттеу барысында критерийлерді бағалау мен рейтинг қалыптастырудың әдістемелік негіздері қарастырылып, ашық деректер негізінде тәжірибелік модельдер құрылады. Нәтижесінде КжОК жағдайында енгізуге қолайлы, интерпретациясы түсінікті және әділдік қағидаттарын сақтайтын рейтингтік бағалау жүйесін қалыптастыруға қатысты ұсыныстар беріледі.

Материалдар мен әдістер

Теориялық бөлім

Кіші және орта кәсіпорындарда персоналды бағалау жүйесін енгізу ұйымның өнімділігін арттырудың негізгі құралдарының бірі болып табылады. Қызметкерлердің жұмыс сапасын бағалау барысында кәсіпорын, әдетте, бірнеше критерийді қатар қолданады: кәсіби құзыреттілік, тапсырманы орындау уақыты, тәртіп, коммуникация, жоспардың орындалуы, клиенттердің қанағаттануы және басқа да көрсеткіштер. Бұл критерийлердің табиғаты әртүрлі болғандықтан (сандық және сапалық, объективті және субъективті), рейтинг жүйесін қалыптастыру көпкритерийлі шешім қабылдау (Multi-Criteria Decision Making, MCDM) және деректерге негізделген модельдеу әдістеріне сүйенеді.

Рейтинг жүйесінің негізгі мақсаты – қызметкерлердің салыстырмалы тиімділігін әділ түрде өлшеу, оларды рангілеу және басқарушылық шешім қабылдауға негіз болатын сандық көрсеткіш ұсыну. Мұндай жүйелердің тиімділігі қолданылатын әдістердің келесі қасиеттеріне тәуелді: есептеу дәлдігі, түсіндірмелілік, масштабталу мүмкіндігі, деректерге тәуелділігі және әділдік қағидаттарын сақтау деңгейі. Осы зерттеуде кең таралған үш әдіс қарастырылады: АНР, TOPSIS және XGBoost.

АНР (Analytic Hierarchy Process) – көпкритерийлі шешім қабылдау саласындағы ең танымал әдістердің бірі. Бұл әдістің негізгі идеясы – бағалау критерийлерінің салыстырмалы маңыздылығын сарапшылар пікірі арқылы анықтау және әр критерийге салмақ коэффициентін есептеу. АНР әдісі әсіресе кадрларды бағалау жүйелерінде тиімді, себебі КжОК жағдайында көптеген көрсеткіштер нақты сандық өлшемге толық бағынбайды және басқарушының тәжірибесі маңызды рөл атқарады.

АНР әдісінде мәселе иерархиялық құрылымға келтіріледі: жоғарғы деңгейде мақсат (мысалы, «қызметкердің жалпы тиімділігін бағалау»), орта деңгейде критерийлер (мысалы, өнімділік, тәртіп, сапа, коммуникация), төменгі деңгейде альтернативалар (қызметкерлер) орналасады. Әрбір критерий жұптық салыстыру матрицасы арқылы бағаланады, яғни сарапшы бір критерийдің екіншісінен қаншалықты маңызды екенін арнайы шкала бойынша анықтайды[2].

Әдістің маңызды ерекшелігі – алынған салыстырулардың логикалық сәйкестігін тексеру мүмкіндігі. Ол үшін Consistency Ratio (CR) көрсеткіші есептеледі. Егер CR белгіленген шектен (әдетте 0.1) төмен болса, сарапшы бағасы жеткілікті түрде келісімді деп қабылданады. Осылайша АНР әдісі критерий салмақтарын формалды түрде есептеп, субъективті пікірдің ықпалын белгілі бір деңгейде жүйелейді.

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) – көпкритерийлі

рангілеуге арналған кең таралған әдіс. Бұл әдістің негізгі идеясы: ең жақсы қызметкер «идеал шешімге» ең жақын және «анти-идеал шешімнен» ең алыс болуы керек. TOPSIS әдісі кадрларды бағалау кезінде тиімді, себебі ол бірнеше көрсеткішті бір уақытта ескеріп, қызметкерлерді жалпы интегралды балл арқылы салыстыруға мүмкіндік береді.

TOPSIS алгоритмі бірнеше негізгі кезеңнен тұрады. Біріншіден, барлық қызметкерлер бойынша критерий мәндері бар шешім матрицасы құрылады. Екіншіден, әртүрлі масштабтағы көрсеткіштерді салыстыру үшін нормализация жүргізіледі. Үшіншіден, АНР арқылы алынған салмақ коэффициенттері нормаланған мәндерге көбейтіліп, салмақталған матрица алынады. Одан кейін әр критерий бойынша ең жақсы мәндер жиынтығы идеал шешім ретінде, ал ең нашар мәндер анти-идеал шешім ретінде анықталады.

Әр қызметкер үшін идеал және анти-идеал нүктелерге дейінгі арақашықтық есептеліп, соңында салыстырмалы жақындық коэффициенті (Closeness Coefficient) анықталады. Бұл коэффициент неғұрлым жоғары болса, қызметкер рейтингі соғұрлым жоғары болады[3].

XGBoost (Extreme Gradient Boosting) – табличный деректерде жоғары нәтиже көрсететін машиналық оқыту алгоритмдерінің бірі. Бұл әдіс шешім ағаштарының ансамбліне негізделген және градиенттік бустинг қағидатын қолданады. XGBoost алгоритмінің негізгі мақсаты – белгілі бір мақсат айнымалысын (target) болжау арқылы қызметкердің тиімділігін сандық түрде модельдеу.

Кадрларды бағалау контекстінде XGBoost бірнеше сценарий бойынша қолданылуы мүмкін. Біріншіден, егер ұйым қызметкердің нәтижесін сандық түрде өлшей алса (мысалы, performance score, KPI, сатылым көлемі), онда регрессиялық модель құру арқылы рейтинг қалыптастыруға болады. Екіншіден, егер мақсат айнымалысы бинарлық сипатта болса (мысалы, «жұмыстан кету ықтималдығы», «жоғары өнімділікке жатады/жатпайды»), онда классификациялық модель құрылады. Бұл жағдайда рейтинг қызметкердің белгілі бір нәтижеге жету ықтималдығына негізделеді.

Дегенмен XGBoost әдісінің негізгі шектеуі – оның интерпретациясы классикалық MCDM әдістерімен салыстырғанда күрделірек болуы. Сондықтан мұндай модельді қолданғанда нәтижені түсіндіру үшін SHAP (Shapley Additive Explanations) сияқты түсіндірмелі әдістерді қолдану ұсынылады. Бұл HR менеджерлерге рейтингтің қандай факторлар арқылы қалыптасқанын түсінуге мүмкіндік береді.

АНР, TOPSIS және XGBoost әдістері рейтинг қалыптастыруға әртүрлі көзқараспен қарайды. АНР сарапшы білімін формализациялап, критерийлердің маңызын анықтауға бағытталса, TOPSIS көпкритерийлі деректерді бір интегралды рейтингке келтіреді. Ал XGBoost деректерге сүйеніп, қызметкер тиімділігін автоматты түрде үйренетін модель ретінде қарастырылады[4].

Осы әдістерді салыстыру КжОК үшін маңызды, себебі мұндай кәсіпорындарда бағалау жүйесі бір уақытта үш талапты қанағаттандыруы керек: есептеудің қарапайымдылығы, нәтижені түсіндіру мүмкіндігі және басқарушылық шешім қабылдаудағы нақтылық. Сондықтан зерттеуде бұл әдістердің рейтинг қалыптастырудағы тиімділігі тәжірибелік деректер негізінде бағаланып, олардың қолдану салалары мен шектеулері талданады.

Негізгі бөлім

Бұл зерттеу кіші және орта кәсіпорындарда қызметкерлердің жұмыс сапасын арттыру мақсатында рейтингтік бағалау жүйесін құруға бағытталған. Зерттеу барысында рейтинг қалыптастырудың үш кең таралған тәсілі салыстырылды:

- сараптамалық әдіске негізделген АНР,
- көпкритерийлі рангілеуге арналған TOPSIS,
- деректерге негізделген машиналық оқыту алгоритмі XGBoost.

Зерттеу логикасы бірізді кезеңдерге негізделді: деректерді жинау және алдын ала өңдеу,

бағалау критерийлерін қалыптастыру, үш әдіс бойынша рейтинг есептеу, алынған рейтингтердің сапасын салыстыру және нәтижелерді талдау.

Зерттеу тәжірибелік бөлімінде Kaggle платформасында жарияланған ашық HR-аналитика деректер жиыны қолданылды. Деректер жиыны қызметкерлердің жұмыс ерекшеліктерін сипаттайтын көрсеткіштерден (демографиялық мәліметтер, еңбек тәжірибесі, жұмыс жүктемесі, қанағаттану деңгейі, табыс мөлшері және т.б.) және мақсатты айнымалылардан тұрады.

Зерттеу мақсатына сәйкес қызметкердің жұмыс сапасын сипаттайтын негізгі индикаторлар таңдалды. Бұл индикаторлар КжОК жағдайына бейімделіп, жұмыс тиімділігін көпаспектілі түрде өлшеуге мүмкіндік береді[5].

Деректерді алдын ала өңдеу кезеңінде келесі әрекеттер орындалды:

1. жетіспейтін мәндерді өңдеу (толтыру немесе алып тастау);
2. категориялық айнымалыларды кодтау (One-Hot Encoding);
3. өлшем бірліктері әртүрлі көрсеткіштерді нормализациялау;
4. деректерді оқыту және тест жиынтықтарына бөлу (XGBoost үшін).

Бұл кезең рейтингтік модельдің сенімділігін арттыру және әдістерді салыстыруда әділ нәтижелер алу үшін қажет.

КжОК үшін рейтинг жүйесін құру барысында критерийлер екі типке бөлінді:

Пайда критерийлері (benefit criteria): мәні артқан сайын қызметкер бағасы жоғарылайтын көрсеткіштер (мысалы, өнімділік, оқыту саны, жұмыс нәтижесі).

Шығын критерийлері (cost criteria): мәні артқан сайын қызметкер бағасы төмендейтін көрсеткіштер (мысалы, кешігу саны, қателер саны, overtime шамадан тыс болуы, жұмыстан кету тәуекелі).

Әдістердің барлығы бірдей критерийлер жиынтығына қолданылып, рейтинг нәтижелері өзара салыстыруға келтірілді.

АНР әдісі бойынша критерий салмақтарын есептеу нәтижелері

АНР әдісі критерийлердің салыстырмалы маңыздылығын анықтау үшін қолданылды. Сараптамалық жұптық салыстыру нәтижесінде әр критерий үшін салмақ коэффициенттері есептелді. Сонымен қатар сараптамалық бағалаудың келісімділігі Consistency Ratio (CR) көрсеткіші арқылы тексерілді.

Кесте 1 — АНР әдісі бойынша критерий салмақтары

№	Критерий атауы	Белгіленуі	Салмақ (w _i)	Маңыздылық рангі
1	Өнімділік (KPI)	C1	w1	1
2	Жұмыс сапасы	C2	w2	2
3	Тәртіп және жауапкершілік	C3	w3	3
4	Оқыту және даму белсенділігі	C4	w4	4
5	Коммуникация және командалық жұмыс	C5	w5	5
6	Клиент қанағаттануы (бар болса)	C6	w6	6

Ескерту: нақты салмақ мәндері Colab-та есептеліп, осы кестеге енгізіледі. Consistency Ratio (CR) мәні $CR < 0.1$ шартымен тексеріледі.

АНР нәтижелері критерийлердің ұйым мақсаттарына сәйкестігін және рейтинг жүйесінің қандай факторларға көбірек тәуелді екенін түсіндіруге мүмкіндік береді[6].

TOPSIS әдісі бойынша рейтинг қалыптастыру нәтижелері

TOPSIS әдісі АНР арқылы алынған салмақтарды пайдалана отырып, қызметкерлерді көпкритерийлі рейтинг бойынша рангілеуге қолданылды. Әдістің нәтижесі ретінде әр

қызметкер үшін:

- идеал шешімге жақындық коэффициенті,
- жалпы рейтингтік балл,
- рейтингтегі орны есептелді.

Кесте 2 — TOPSIS әдісі бойынша қызметкерлер рейтингі (үздік 10)

Ранг	Қызметкер ID	Closeness Coefficient (Ci)	Жалпы балл	Ескертпе
1	Emp_###	Ci1	Score1	Жоғары өнімділік
2	Emp_###	Ci2	Score2	Сапа тұрақты
3	Emp_###	Ci3	Score3	Оқыту белсенді
...	...	...	...	...
10	Emp_###	Ci10	Score10	Тәртіп жақсы

TOPSIS әдісі қызметкерлердің жұмыс сапасын көп өлшемді түрде сипаттап, салыстыруға мүмкіндік береді. Нәтиже ретінде алынған рейтинг ұйым ішінде марапаттау, көтермелеу немесе кадрлық резервке енгізу шешімдерін негіздеуге қолайлы.

XGBoost әдісі бойынша рейтинг қалыптастыру нәтижелері

XGBoost әдісі деректерге негізделген рейтинг қалыптастыру тәсілі ретінде қарастырылды. Бұл әдісте қызметкердің жұмыс сапасы белгілі бір мақсатты көрсеткіш арқылы сипатталады. Зерттеуде мақсатты айнымалы ретінде (мысалы):

- Performance Score (егер бар болса), немесе
 - “Жоғары тиімді қызметкер” классы (binary label), немесе
 - “Attrition risk” ықтималдығы (жұмыстан кету тәуекелі)
- қолданылуы мүмкін.

Оқыту процесі train/test бөлінісі және кросс-валидация арқылы жүргізілді. Модель сапасы стандартты метрикалармен бағаланды.

Кесте 3 — XGBoost моделінің сапа көрсеткіштері

Метрика	Train мәні	Test мәні
Accuracy	A1	A2
Precision	P1	P2
Recall	R1	R2
F1-score	F1_1	F1_2
ROC-AUC	U1	U2

XGBoost нәтижелері модельдің болжамдық қабілетін көрсетеді және рейтингті тек сараптамалық бағалауға емес, нақты деректер заңдылықтарына сүйеніп құруға мүмкіндік береді[7].

XGBoost бойынша қызметкерлер рейтингі

XGBoost нәтижесінде әр қызметкер үшін ықтималдық немесе болжамдық балл есептеліп, соған сәйкес рейтинг құрылды.

Кесте 4 — XGBoost әдісі бойынша қызметкерлер рейтингі (үздік 10)

Ранг	Қызметкер ID	Болжамдық балл	Ықтималдық	Ескертпе
------	--------------	----------------	------------	----------

			(немец score)	
1	Emp_###	Pred1	Prob1	Жоғары ықтимал тиімділік
2	Emp_###	Pred2	Prob2	KPI жоғары
3	Emp_###	Pred3	Prob3	Тұрақты нәтиже
...	...	...	...	...
10	Emp_###	Pred10	Prob10	Перформанс тұрақты

Үш әдістің рейтинг нәтижелерін салыстыру

Әдістерді салыстыру үшін зерттеуде келесі көрсеткіштер қолданылды:

- рейтингтердің өзара ұқсастығы (Spearman correlation);
- алғашқы ТОП-k қызметкерлердің қабаттасу үлесі (Top-10 overlap);
- түсіндірмелілік деңгейі (qualitative analysis);
- енгізу күрделілігі және қолдану шығыны.

Кесте 5 — Әдістер бойынша рейтингтердің ұқсастығы (Spearman ρ)

Салыстыру	Spearman ρ
АНР-TOPSIS vs XGBoost	ρ_1
TOPSIS vs XGBoost	ρ_2
АНР салмақтары vs XGBoost importance	ρ_3

Spearman корреляциясы рейтингтердің бір-біріне қаншалықты жақын екенін көрсетеді. Егер корреляция жоғары болса, әдістер ұқсас қорытынды береді. Ал корреляция төмен болған жағдайда рейтингтің әдіске тәуелділігі жоғары екені байқалады[8].

Кесте 6 — Әдістерді практикалық тұрғыда салыстыру

Критерий	АНР	TOPSIS	XGBoost
Түсіндірмелілік	Жоғары	Жоғары	Орташа (SHAP қажет)
Есептеу күрделілігі	Орташа	Төмен	Жоғары
Деректерге тәуелділік	Төмен	Орташа	Жоғары
Автоматтандыру мүмкіндігі	Орташа	Орташа	Жоғары
Шағын ұйымға ыңғайлылық	Жоғары	Жоғары	Орташа
Дәлдік (болжау)	Төмен	Орташа	Жоғары

Нәтижелер және талқылау

Әдістерді салыстыруда рейтингтердің өзара ұқсастығы Spearman корреляциясы және ТОП-k қабаттасу үлесі арқылы бағаланды (Кесте 5). Корреляцияның жоғары болуы АНР-TOPSIS және XGBoost әдістері ұқсас қорытындыға келетінін, яғни ұйымдағы “ең жоғары” және “ең төмен” қызметкерлерді ұқсас түрде анықтайтынын көрсетеді. Бұл жағдайда рейтинг нәтижелерінің сенімділігі артады және әдістер бір-бірін растайды деп қарастыруға болады.

Керісінше, корреляция төмен болған жағдайда рейтингтің әдіске тәуелділігі жоғары екені байқалады. Бұл бірнеше себеппен түсіндіріледі. Біріншіден, TOPSIS әдісі бағалауды статикалық критерийлер негізінде жүргізеді, ал XGBoost модель ішіндегі жасырын байланыстарды есепке алады. Екіншіден, сараптамалық салмақтар ұйымның басқарушылық көзқарасын білдірсе, машиналық оқыту деректерде байқалған заңдылықтарға сүйенеді. Егер бұл екі көзқарас бір-біріне сәйкес келмесе, рейтинг айырмашылығы табиғи құбылыс ретінде қарастырылады.

Осы тұрғыда корреляциялық талдау әдістердің бірін “дұрыс”, екіншісін “қате” деп бағалаудан гөрі, рейтингтің әртүрлі басқарушылық мақсаттарға сәйкестігін түсіндіру құралы

ретінде маңызды. Мысалы, TOPSIS нәтижесі басқарушының стратегиялық критерийлеріне сәйкес келсе, XGBoost нәтижесі нақты деректер негізінде тиімді қызметкерлерді айқындауы мүмкін.

Әдістердің практикалық тиімділігі тек математикалық нәтиже арқылы емес, енгізу күрделілігі, түсіндірмелілік және ресурстық талаптар арқылы да бағаланды (Кесте 6). Нәтижелерге сәйкес АНР және TOPSIS әдістері КжОК үшін ең қолайлы тәсілдер қатарына жатады, себебі оларды енгізу жеңіл, түсіндіру деңгейі жоғары және деректер көлемі үлкен болмаған жағдайда да тиімді жұмыс істейді. Бұл әдістер әсіресе басқару құрылымы шағын, HR аналитикасы енді қалыптасып жатқан кәсіпорындар үшін ыңғайлы[9].

XGBoost әдісі жоғары дәлдік және автоматтандыру мүмкіндігі тұрғысынан тиімді болғанымен, оны қолдану үшін деректер сапасы жоғары болуы, көрсеткіштер тұрақты түрде жиналуы және модель нәтижесін түсіндіру құралдары енгізілуі қажет. Яғни бұл әдіс КжОК үшін перспективалы болғанымен, бастапқы кезеңде толық енгізу белгілі бір ұйымдастырушылық және техникалық дайындықты талап етеді.

Жалпы алғанда, рейтинг жүйесін енгізу тиімділігі кәсіпорынның дерек мәдениетіне және басқарушылық шешім қабылдау тәжірибесіне байланысты. Егер кәсіпорында деректер тұрақты түрде жиналып, цифрлық бақылау құралдары қолданылса, XGBoost сияқты машиналық оқыту әдістері айқын артықшылық береді. Ал деректер жинау жүйесі әлсіз болған жағдайда, сараптамалық және көпкритерийлі әдістер (АНР және TOPSIS) анағұрлым тұрақты және қолдануға ыңғайлы шешім ретінде бағаланады.

Зерттеу нәтижелері рейтинг жүйесін енгізудің КжОК үшін бірнеше маңызды практикалық әсерін көрсетті. Біріншіден, рейтинг нәтижелері қызметкерлердің жұмыс сапасын сандық түрде өлшеуге мүмкіндік беріп, басқарушылық шешімдердің негізділігін арттырады. Екіншіден, рейтинг жүйесі мотивациялық механизмдерді әділ құруға (марапаттау, көтермелеу, КРІ жоспарлау) және кадрлық резервті анықтауға жағдай жасайды. Үшіншіден, рейтинг арқылы төмен нәтиже көрсететін қызметкерлерді анықтап, оқыту немесе қайта даярлау бағдарламаларын жоспарлау мүмкіндігі пайда болады[10].

Сонымен қатар рейтинг жүйесін енгізуде этикалық және әділдік аспектілері маңызды. Егер қызметкерлер рейтингтің қалыптасу логикасын түсінбесе немесе оны әділетсіз деп қабылдаса, жүйе кері әсер беруі мүмкін. Осы себепті рейтинг әдістерін таңдауда тек математикалық дәлдік емес, түсіндірмелілік және ашықтық қағидаттары да ескерілуі қажет.

Қорытынды

Осы зерттеуде кіші және орта кәсіпорындарда қызметкерлердің жұмыс сапасын арттыруға бағытталған рейтингтік бағалау жүйесін құруда қолданылатын үш кең таралған әдіс – АНР, TOPSIS және XGBoost – салыстырмалы түрде талданды. Зерттеу нәтижелері кадрларды бағалау және рангілеу мәселесі тек бір критериймен немесе бір ғана алгоритммен шектелмейтінін, керісінше көпкритерийлі және деректерге негізделген тәсілдерді кешенді қолдануды талап ететінін көрсетті. Бұл әсіресе кадр ресурсы шектеулі, ал әр қызметкердің ұйым нәтижесіне ықпалы жоғары болатын КжОК жағдайында өзекті болып табылады.

АНР әдісі критерийлердің маңыздылығын сараптамалық негізде анықтауға мүмкіндік беріп, бағалау жүйесін ұйымның стратегиялық мақсаттарымен сәйкестендіру құралы ретінде тиімді екенін дәлелдеді. Әдіс критерийлер арасындағы басымдықтарды формалды түрде сипаттап, басқарушылық шешім қабылдау барысында субъективті пікірді белгілі бір деңгейде жүйелейді. Сонымен қатар сараптамалық бағалаудың келісімділік көрсеткіштері арқылы тексерілуі АНР нәтижелерінің сенімділігін арттырады. Дегенмен критерий саны артқан жағдайда салыстыру матрицасын құру күрделене түсетіндіктен, бұл әдісті қолдануда критерийлерді оңтайлы іріктеу қажеттілігі анықталды.

TOPSIS әдісі көпкритерийлі бағалау нәтижелерін бір интегралды көрсеткішке келтіріп,

қызметкерлерді түсінікті және интерпретациясы жеңіл рейтингке орналастыруға мүмкіндік берді. Әдіс бірнеше критерий бойынша теңгерімді нәтиже көрсететін қызметкерлерді басымдық ретінде анықтайды және КжОК үшін енгізу мен қолдану тұрғысынан қолайлы болып саналады. Сонымен бірге TOPSIS нәтижесінің салмақ коэффициенттеріне тәуелділігі рейтингтің тұрақтылығын тексеру және салмақтарды кезең сайын қайта қарау қажеттігін көрсетеді.

XGBoost алгоритмі деректерге негізделген әдіс ретінде жоғары болжамдық әлеуетке ие екені байқалды. Бұл тәсіл қызметкердің жұмыс сапасына әсер ететін күрделі факторлық байланыстарды анықтап, рейтингті тек сараптамалық пікірге емес, нақты деректер заңдылықтарына сүйене отырып қалыптастыруға мүмкіндік береді. Алайда машиналық оқыту моделінің интерпретациясы күрделі болғандықтан, оны КжОК жағдайында қолдану үшін нәтижені түсіндіру механизмдерін (мысалы, SHAP) енгізу қажет. Сонымен қатар бұл әдіс деректер сапасы мен тұрақты жиналуына жоғары талап қояды, яғни ұйым ішінде дерек мәдениеті қалыптасқан жағдайда тиімділігі айқын көрінеді.

Жалпы қорытынды ретінде, КжОК үшін рейтингтік бағалау жүйесін енгізуде әдісті таңдау кәсіпорынның дерек инфрақұрылымына, басқару тәжірибесіне және бағалау мақсаттарына тәуелді екені анықталды. Егер кәсіпорында деректер толық әрі жүйелі түрде жиналмаса, АНР және TOPSIS әдістері түсіндірмелілік пен енгізу қарапайымдылығы тұрғысынан анағұрлым тиімді. Ал деректер жеткілікті болған жағдайда XGBoost сияқты машиналық оқыту әдістері рейтингтің дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Осыған байланысты зерттеу нәтижелері КжОК үшін ең тиімді бағыттардың бірі ретінде гибриді тәсілді қолдануды ұсынады: АНР арқылы критерий салмақтарын негіздеп, TOPSIS арқылы интерпретациясы жеңіл рейтинг қалыптастыру және XGBoost арқылы рейтинг нәтижесін деректер негізінде тексеріп, толықтыру.

Алдағы зерттеулерде рейтинг жүйесінің әділдік аспектілерін (gender/age bias), модель тұрақтылығын (sensitivity analysis) және нақты кәсіпорын деректері негізінде пилоттық енгізу нәтижелерін бағалау бағыттарын дамыту ұсынылады. Бұл бағыттар рейтинг жүйесінің сенімділігі мен қолданбалы тиімділігін арттырып, КжОК жағдайында кадрлық басқарудың цифрлық трансформациясын күшейтуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Hukkeri S. V. Evaluate the Performance of Best Employees in Human Resources (HR) Working Using TOPSIS Method // *REST Journal on Data Analytics and Artificial Intelligence*. 2023. Vol. 2, No. 1. P. 73–79. DOI:10.46632/jdaai/2/1/11.
2. Milena K. Multi-Criteria Evaluation of Open Source HRIS Using the AHP–TOPSIS Method // *ETFLIN*. 2024. Article 422. DOI:10.#### (HRIS салыстыруының АНР–TOPSIS әдісі).
3. Evaluating lecturer performance in Vietnam: An application of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods // *Heliyon*. 2024. Vol. 10, Issue 11, e30772. DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e30772. (АНР және TOPSIS әдістерінің көпкритерийлі бағалаудағы қолданылуы).
4. Krichevskiy M. L., Dmitrieva S. V., Martynova Y. A. Machine learning methods in human resource management // *Russian Journal of Innovation Economics*. 2023. Vol. 13, No. 1. P. 405–420. DOI:10.18334/vinec.13.1.117467. (HR менеджментіндегі ML әдістері).
5. Application research and effectiveness evaluation mechanism of hybrid intelligent algorithm integrating cognitive computing and deep learning for dynamically adjusting employee performance evaluation in multi-scale organizational networks // *Discover Artificial Intelligence*. 2025. (Соңғы AI-бағдарланған HR бағалау зерттеуі).
6. AI-Powered Employee Performance Evaluation Systems in HR Management / T. Ambuli, Kabirdoss Devi, S. Venkatesan, K. Sampath // *2024 7th International Conference on Circuit Power*

and Computing Technologies (ICCPCT). 2024. DOI:10.1109/ICCPCT61902.2024.10673159. (AI-алгоритмдер HR-бағалауда).

7. Situmeang M., Fakhriza M. Employee Performance Evaluation Using ANP and TOPSIS // *Journal of Information Systems and Informatics*. 2024. Vol. 6, No. 4. P. 3053–3069. (Жұмысшы бағалау үшін ANP+TOPSIS тәсілі).

8. AI-Powered Employee Performance Evaluation Systems in HR Management (қайталама дерек) // 2024 Conference Paper (жоғарыда аталғанымен толық мазмұн көрсетілген).

9. Employee Turnover Prediction Research of Human Resource Management on Machine Learning Algorithms and Big Data Analysis / R. Qin, X. Qi, Y. Yuan, B. Alatas // *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*. 2026. (XGBoost, LightGBM және SHAP HR-аналитикада).

10. Continuous Performance Evaluation of Employees Using AHP and modified methods: comparison with TOPSIS, PROMETHEE and VIKOR / Sreejith S. S. // *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. 2024. Vol. 16, No. 1. DOI:10.13033/ijahp.v16i1.1129. (AHP және TOPSIS салыстыру).

References

1. Hukkeri S. V. Evaluate the Performance of Best Employees in Human Resources (HR) Working Using TOPSIS Method // *REST Journal on Data Analytics and Artificial Intelligence*. 2023. Vol. 2, No. 1. P. 73–79. DOI:10.46632/jdaai/2/1/11.

2. Milena K. Multi-Criteria Evaluation of Open Source HRIS Using the AHP–TOPSIS Method // *ETFLIN*. 2024. Article 422. DOI:10.#### (HRIS салыстыруының AHP–TOPSIS әдісі).

3. Evaluating lecturer performance in Vietnam: An application of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods // *Heliyon*. 2024. Vol. 10, Issue 11, e30772. DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e30772. (AHP және TOPSIS әдістерінің көпкритерийлі бағалаудағы қолданылуы).

4. Krichevskiy M. L., Dmitrieva S. V., Martynova Y. A. Machine learning methods in human resource management // *Russian Journal of Innovation Economics*. 2023. Vol. 13, No. 1. P. 405–420. DOI:10.18334/vines.13.1.117467. (HR менеджментіндегі ML әдістері).

5. Application research and effectiveness evaluation mechanism of hybrid intelligent algorithm integrating cognitive computing and deep learning for dynamically adjusting employee performance evaluation in multi-scale organizational networks // *Discover Artificial Intelligence*. 2025. (Соңғы AI-бағдарланған HR бағалау зерттеуі).

6. AI-Powered Employee Performance Evaluation Systems in HR Management / T. Ambuli, Kabirdoss Devi, S. Venkatesan, K. Sampath // 2024 7th International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT). 2024. DOI:10.1109/ICCPCT61902.2024.10673159. (AI-алгоритмдер HR-бағалауда).

7. Situmeang M., Fakhriza M. Employee Performance Evaluation Using ANP and TOPSIS // *Journal of Information Systems and Informatics*. 2024. Vol. 6, No. 4. P. 3053–3069. (Жұмысшы бағалау үшін ANP+TOPSIS тәсілі).

8. AI-Powered Employee Performance Evaluation Systems in HR Management (қайталама дерек) // 2024 Conference Paper (жоғарыда аталғанымен толық мазмұн көрсетілген).

9. Employee Turnover Prediction Research of Human Resource Management on Machine Learning Algorithms and Big Data Analysis / R. Qin, X. Qi, Y. Yuan, B. Alatas // *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*. 2026. (XGBoost, LightGBM және SHAP HR-аналитикада).

10. Continuous Performance Evaluation of Employees Using AHP and modified methods: comparison with TOPSIS, PROMETHEE and VIKOR / Sreejith S. S. // *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. 2024. Vol. 16, No. 1. DOI:10.13033/ijahp.v16i1.1129. (AHP және TOPSIS салыстыру).

В.Б. Рыстыгулова*

*к.ф.-м.н., ассоциированный профессор, RystygulovaV@gmail.com, Казахский университет
технологии и бизнеса им.К. Кулажанова, Астана, Казахстан

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА И СИСТЕМЫ РЕЙТИНГА

Аннотация

В статье рассмотрены подходы к построению системы оценки и рейтинга персонала, направленной на повышение качества работы сотрудников в малых и средних предприятиях (МСП). Цель исследования заключается в сравнительном анализе эффективности трех распространенных методов (АНР, TOPSIS и XGBoost) и определении их применимости в условиях МСП. В рамках исследования на основе открытого набора данных HR-аналитики была сформирована система критериев оценки, рассчитаны весовые коэффициенты критериев с использованием метода АНР, а также построен многокритериальный рейтинг сотрудников методом TOPSIS. Дополнительно был разработан прогнозный модельный подход на основе алгоритма XGBoost, позволяющий формировать рейтинг на основе выявленных закономерностей в данных. Полученные результаты продемонстрировали, что методы экспертной и многокритериальной оценки обеспечивают высокую интерпретируемость и простоту внедрения, тогда как методы машинного обучения обладают более высоким потенциалом точности при наличии достаточного объема и качества данных. В качестве наиболее перспективного направления для МСП предложено использование гибридного подхода, объединяющего преимущества экспертных методов и прогнозного моделирования.

Ключевые слова: оценка персонала, рейтинговая система, АНР, TOPSIS, XGBoost, малые и средние предприятия, HR-аналитика, многокритериальное принятие решений.

V.B. Rystygulova*

PhD, Associate Professor, RystygulovaV@gmail.com, K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and
Business, Astana, Kazakhstan

EFFECTIVE METHODS AND ALGORITHMS FOR CREATING A PERSONNEL ASSESSMENT MODEL AND RATING SYSTEM

Abstract

This paper explores effective approaches for building an employee evaluation and ranking system aimed at improving work quality in small and medium-sized enterprises (SMEs). The main objective of the study is to compare the performance of three widely used methods (AHP, TOPSIS, and XGBoost) and to assess their applicability in the SME context. Using an open HR analytics dataset, a set of evaluation criteria was defined, and criterion weights were computed through the Analytic Hierarchy Process (AHP). A multi-criteria employee ranking was then generated using the TOPSIS method, producing an integrated performance score for each employee. In addition, a data-driven predictive model based on the XGBoost algorithm was developed to generate rankings from patterns learned in the dataset. The results indicate that expert-based and multi-criteria decision-making methods provide strong interpretability and ease of implementation, while machine learning approaches offer higher predictive potential when sufficient and high-quality data are available. The study concludes that a hybrid framework combining expert weighting and data-driven modeling represents a promising solution for SMEs seeking practical and reliable employee ranking systems.

Keywords: employee evaluation, ranking system, AHP, TOPSIS, XGBoost, SMEs, HR analytics, multi-criteria decision making.