

ния ТП следует ранжировать влияющие факторы по степени влияния, а также обоснованно назначать допуски на контролируемые ПКПС. Увеличение величины допуска на контролируемый параметр надежность ТП повышается. Для обеспечения надежности процессов изготовления деталей машин по ПКПС применяют методы экспериментального и расчетного моделирования ТП, управления технологической наследственностью, создают системы по контролю и управлению качеством ТП.

На этапе эксплуатации работоспособность поверхностей обеспечивается надлежащим техническим обслуживанием, совершенствованием процессов приработки и смазочных материалов, применением восстановительных присадок и пр. Все большее внимание уделяется проблеме восстановления изношенных деталей. Разработка ТП восстановления деталей является не менее сложной, чем изготовление новых деталей, и здесь во многом сохраняются требования для всех стадий жизненного цикла (НИР, ОКР, технологическая подготовка, эксплуатация).

На этапе утилизации может потребоваться удаление упрочненных ПС, содержащих дорогостоящие и дефицитные материалы, для переработки для дальнейшего повторного использования, или если упрочненные ПС затрудняют дальнейшую переработку утилизированных деталей.

Литература

1. Инженерия поверхности деталей / под ред. А. Г. Сулова. – М. : Машиностроение, 2008. – 320 с.
2. Обеспечение качества изделий в технологических комплексах / под ред. М.Л. Хейфеца. – Беларуская навука, 2019. – 248 с.

Хімичева Г.І., Волівач А.П. Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ДОСТОВІРНОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ ЗВО

Згідно з Законом України «Про вищу освіту» [1], освітня програма (ОП) є однією з основних структурних складових освітнього процесу ЗВО. Від якості функціонування ОП залежить конкурентоспроможність майбутніх фахівців на внутрішньому і зовнішньому ринку праці. Проте для цього потрібно мати спеціальні механізми та інструменти для її

оцінювання та модернізації за вимогами стейкхолдерів. Тому дослідження пов'язані з розробленням методики щодо визначення рівня достовірності якості освітніх програм є актуальними й своєчасними. Метою даних досліджень є розроблення методики оцінювання рівня достовірності ОП шляхом застосування нечіткого кластерного аналізу.

Дані дослідження є продовженням робіт по оцінюванню рівня якості функціонування ОП [2].

Визначення оптимальної кількості кластерів проводилось за наступним по кроковим алгоритмом наведеним в [3]:

Встановлення параметрів k , m , ε , де: k – кількість кластерів, m – параметр експоненціальної ваги, ε – критерій зупинки.

Генерація матриці нечіткого розбиття F (випадковим методом).

$$\text{Розрахунок центрів кластерів: } V_j = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ij})^m X_i}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ij})^m}, j = \overline{1, k}.$$

Розрахунок відстані між об'єктами та центрами кластерів:

$$d_{ij} = \sqrt{\|X_i - V_j\|^2}.$$

Перерахунок елементів матриці нечіткого розбиття

$$\mu_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{\left(d_{ji}^2 \sum_{l=1}^k \frac{1}{d_{li}^2}\right)^{1/(m-1)}}, d_{ij} > 0 \\ \begin{cases} 1, d_{ij} = 0, i = j \\ 0, d_{ij} = 0, i \neq j \end{cases} \end{cases}.$$

Перевірка умови зупинки: при $\|F - F^*\| < \varepsilon$ процедура закінчується, у випадку невиконання умови потрібно перейти на крок 3).

Для дослідження було використано результати акредитації 65 ОП другого (магістерського) рівня вищої освіти [4]. Освітні програми, що досліджувались охоплювали 14 галузей знань, акредитація цих програм була проведена відповідно до вимог [5, 6].

В ході досліджень за допомогою сплайн-регресії спочатку було визначено оптимальну кількість кластерів [7]. У нашому випадку вона дорівнює чотирьом. Перевірка оптимальності та достатньої кількості кластерів проводилась за допомогою макросів VBA [8]. Для цього були визначені параметри нечіткого кластерного аналізу: внутрішньо групове розсіювання, міжгрупове розсіювання та якість розбиття. Результати наведені в табл. 1. Потім масив освітніх програм (у нашому випадку їх

65) було структуровано на чотири кластери. Фрагмент отриманих результатів наведено в табл. 2.

Таблиця 1 – Параметри нечіткого кластерного аналізу

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Параметр експоненціальної ваги | 2 |
| Критерій зупинки | 0,00001 |
| Внутрішньо групове розсіювання | 100,75131 |
| Міжгрупове розсіювання | 76,85760 |
| Якість розбиття | 0,43263 |

Таблиця 2 – Розбиття 65 ОП на 4 кластери

| Назва об'єкту | Номер кластера | | | | Максимальне значення | Приналежність до кластеру | Вид акредитації |
|---------------|----------------|---------|---------|---------|----------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| ОП1 | 0,33151 | 0,17831 | 0,37106 | 0,11912 | 0,37106 | 3 | акредитована |
| ОП2 | 0,10361 | 0,28688 | 0,08354 | 0,52598 | 0,52598 | 4 | умовно (відкладена) акредитація |
| ОП4 | 0,04418 | 0,70705 | 0,03219 | 0,21658 | 0,70705 | 2 | зразкова |
| ОП3 | 0,45992 | 0,13732 | 0,30791 | 0,09484 | 0,45992 | 1 | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ОП60 | 0,82640 | 0,02090 | 0,14078 | 0,01191 | 0,82640 | 1 | акредитована |
| ОП61 | 0,13156 | 0,30339 | 0,11396 | 0,45108 | 0,45108 | 4 | відмова в акредитації |
| ОП62 | 0,35826 | 0,14269 | 0,40637 | 0,09268 | 0,40637 | 3 | акредитована |
| ОП63 | 0,09814 | 0,65476 | 0,08351 | 0,16359 | 0,65476 | 2 | умовно (відкладена) акредитація |
| ОП64 | 0,11348 | 0,39504 | 0,09531 | 0,39616 | 0,39616 | 4 | акредитована |
| ОП65 | 0,11243 | 0,40234 | 0,09401 | 0,39122 | 0,40234 | 2 | акредитована |
| Wj/n | 0,3925 | 0,3786 | 0,3950 | 0,3840 | | | |
| S/n | 2,7319 | 2,7319 | 2,7319 | 2,7319 | 0,2632 | | |
| d2jmax | 1,1439 | 1,2768 | 1,6749 | 2,2835 | | | |
| Кластер? | Так | Так | Так | Так | | | |
| Сгушення? | Так | Так | Так | Так | | | |

Проведений аналіз отриманих результатів (табл. 2) показав, що при розбитті 65 освітніх програм на чотири кластери. До 1-го кластера відносяться 23 ОП. Серед яких 3 ОП мають рівень акредитації – «зразкова», 1 ОП «умовно відкладена», 19 ОП – «акредитовані». До 2-го кластера відносяться – 13 ОП, які є «умовно відкладеними». До 3-го кластера відносяться – 13 ОП, які мають наступні рівні акредитації: 1 – «зразкова» та 12 – «акредитовані». До 4-го кластера відносяться 16 ОП, з них 9 ОП – «умовно відкладені» і 7 ОП – «відмовлено в акредитації».

Як видно з табл. 2 отримані результати розбиття масиву 65 ОП на чотири кластери є оптимальним і достатнім. Це обумовлюється отриманими параметрами сплайн-регресії (див. табл. 1).

В ході досліджень також було визначено рівень достовірності якості оцінювання освітніх програм. Для цього було проведено аналіз результатів отриманих галузевою експертною радою (ГЕР) [4] та результатів отриманих шляхом застосування нечіткого кластерного аналізу (див. табл. 1, 2).

Отже, проведений аналіз довів, що застосування нечіткого кластерного аналізу дозволяє більш достовірно оцінювати якість функціонування освітньої програми. Це пов'язано з тим, що результати ГЕР мають лише якісну характеристику, а результати отримані за допомогою нечіткого кластерного аналізу мають, як якісну, так і кількісну характеристику. Тобто такий підхід до оцінювання рівня достовірності функціонування якості ОП дозволяє зменшити суб'єктивну похибку і є більш перспективним.

Література

1. Про вищу освіту : Закон України № 2443 – VIII від 22.05.2018 [Електронний ресурс].–Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.

2. Хімичева, Г.І. Побудова кваліметричної моделі для оцінювання якості освітньої програми / Г.І. Хімичева, А.П. Волівач // Вісник інженерної академії України. – 2020. – № 1. – С. 129–135.

3. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

4. Реєстр акредитаційних справ // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naqa.gov.ua/%d0%b0%d0%ba%d1%80%d0%b5%d0%b4%d0%b8%d1%82%d0%b0%d1%86%d1%96%d1%8f/>

5. Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19>.

6. Критерії : Додаток до Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти (пункт 6 розділу І) // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#n182>.

7. Кузьмін, В.М. Використання полігональної регресії в економічних дослідженнях / Кузьмін В.М., Лапач С.М. // Економіка і управління. – 2004. – №3. – С. 79–84.

8. Лапач, С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. – К. : Морион, 2001. – 408 с.

Худзицкий П.Г. ГП «Ивченко-Прогресс»,
Запорожье, Украина

ПРИМЕНЕНИЕ 3D СКАНЕРА В УСЛОВИЯХ ОПЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ГП «ИВЧЕНКО-ПРОГРЕСС»

Сфера деятельности государственного предприятия «Ивченко-Прогресс»: проектирование, изготовление опытных образцов, проведение испытаний опытных образцов, поддержка летных испытаний опытных образцов; авторское конструкторское сопровождение производства и эксплуатации серийных авиационных двигателей, а также проектирование модификаций авиационных двигателей гражданского и военного применений; техобслуживание, ремонт авиационных двигателей, и изготовление компонентов к ним; проектирование, производство, ремонт и техническое обслуживание газотурбинных приводов промышленного назначения; проектирование, монтаж и техническое обслуживание средств пожаротушения.

Надежность газотурбинных двигателей в значительной степени зависит от надежности работы лопаток компрессора и турбины, так как они являются наиболее нагруженными деталями. Они находятся в потоке газа и предназначены для изменения его параметров. Температура газа в компрессоре достигает 600 °С, в турбине – 1200 °С. Многократное изменение тепловых режимов работы двигателя вызывает циклическое изменение термических напряжений. Лопатка помимо растяжения и изгиба от центробежных сил, изгиба и кручения от газового потока испытывают переменные напряжения от вибрационных нагрузок, амплитуда и частота которых изменяются в широких пределах. Лопатка ГТД представляет собой изделие с очень сложной геометрической формой, и задача контроля геометрии лопаток ГТД стоит очень остро. В процессе производства контролю подлежат десятки геометрических параметров лопатки, определяемые требованиями конструкторской и технологической документации. Таким образом, на контроль лопаток компрессора и турбины ГТД, приходится более половины от общего количества кон-