

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ПРОЕКЦИОННОГО МУАРОВОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТА

© 2021 г. Ульяна Викторовна Лаптева<sup>1\*</sup>, О. Н. Кузяков<sup>1\*\*</sup>

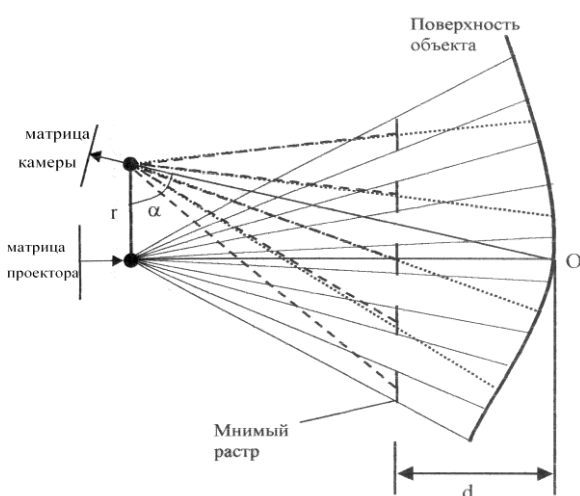
<sup>1</sup> – ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, 625000 г. Тюмень, ул. Мельникайте, 70

\* - e-mail1 [laptevauv@tyuiu.ru](mailto:laptevauv@tyuiu.ru); \*\* - e-mail2 [kuzjakovon@tyuiu.ru](mailto:kuzjakovon@tyuiu.ru);

**Цель работы.** Исследование электронно – проекционного метода, моделирующего муаровый эффект, для выявления эффективных параметров метода и оптимальной конфигурации устройства реализации метода.

**Суть обсуждаемой проблемы.** В настоящее время по-прежнему остаётся актуальной задача мониторинга состояния поверхности объекта нефтегазовой, трубопроводной, строительной или другой сферы деятельности, включая медицинскую. Для её решения применяются различные технологии, методы и способы. Часть методов основана на применении муарового эффекта. Известен электронно-проекционный способ моделирования муарового эффекта для определения деформаций. Требуется обосновать принципы оптимальной конфигурации устройства реализации электронно-проекционного метода исследования деформаций и алгоритмизовать процесс исследования деформаций с применением электронно-проекционного метода, а также создать информационно – измерительную систему, предназначенного для исследования и принятия решения о характере деформаций с достаточной степенью точности в условиях неопределённости.

**Полученные результаты и выводы.** Оптическая схема, поясняющая электронно-проекционный муаровый метод, представлена на рис. 1. Математическая модель



получения муаровой картины описывается следующим образом:

1) Угол  $\beta$  - угол между оптическими осями проектора и камеры

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

2) Координаты центров муаровых полос

$$y_i = \frac{d \cdot \operatorname{tg} \beta + i \cdot s \cdot Q}{Q} \cdot \frac{\sin \alpha_i}{\sin \beta_i}$$

$$\alpha_i = \operatorname{arctg} \frac{r \operatorname{tg} \alpha - d}{r + i \cdot s \cdot Q}$$

$$\beta_i = 180 - \alpha_i - \beta$$

Рис. 1 Схема получения муаровой картины

### 3) Значения высот деформаций

$$h = \frac{s \cdot Q}{\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2}$$
$$\cos \varphi = \frac{L \cdot \cos \varphi_0}{\sqrt{L^2 + x^2 + y^2 + 2 \cdot L \cdot x \cdot \sin \varphi_0}}$$

Используя выражения для угла наклона муаровых полос к оси абсцисс, определения отрезка, отсекаемого муаровой полосой от оси ординат, для вычисления расстояния муаровой полосы от начала координат, а также выражение для определения шага муаровых полос при реализации электронно-проекционного метода, моделирующего муаровый эффект, исследуются электронно – проекционный метод. В результате даются рекомендации по подбору оптимальных параметров метода исследования топологии поверхности. Сформулированы принципы оптимальной конфигурации устройства реализации электронно-проекционного метода и предложен алгоритм принятия решения о характере деформаций на основе правил нечёткого логического вывода (см. рис. 2).

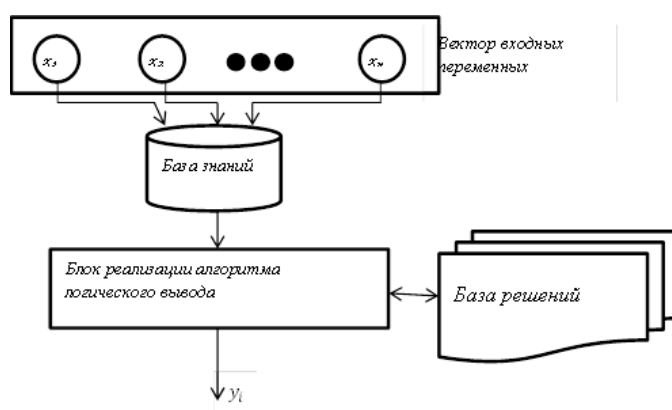


Рис. 2 Обобщённая схема алгоритма оценки состояния поверхности объекта

Дальнейшее развитие работы предполагает разработку нейронной сети, база знаний которой реализуется на основе правил нечёткого логического вывода. Данная система позволит как минимум человеческий экспертный фактор в принятии решения о характере деформаций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузяков О.Н., Дубатовка У.В. Использование метода, моделирующего муаровый эффект, для системы контроля деформаций, Вестник кибернетики. – Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2003. – Вып. 2. – С. 183-189.
2. Кузяков О.Н., Андреева М.А., Лантева У.В. Разработка системы для определения топологии поверхности технологического объекта Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2017. № 5. С. 4-9.
3. Kuzyakov O.N., Lapteva U.V., Andreeva M.A. Electronic-projecting moire method applying CBR-technology В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 2018. С. 012072.
4. Лантева У.В. Исследование состояния поверхности объекта с использованием модели на основе нечетких правил, Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании : материалы VIII Международной научно-технической конференции; отв. ред. О. Н. Кузяков. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 324 с. – Текст: непосредственный. С. 52-56.