

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО”  
Факультет ПИиКТ



**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

## ОТЧЁТ

По лабораторной работе: 3

«Обработка экспериментальных данных по определению времени проявления фоторезиста в технологии фотолитографии на основе регрессионного анализа»

По предмету: Метрология, стандартизация и сертификация

Вариант: 1

Студент:

Андрейченко Леонид Вадимович

Группа Р34301

Преподаватель:

Рассадина Анна Александровна

Санкт-Петербург

2023

## 1. Протокол измерений

Протокол измерений приведен в соответствии с методическим указанием согласно варианту.

Номер опыта	Время проявления $T_n$ , с
1	20
2	100
3	55
4	18

## 2. Цель работы

Провести регрессионный анализ для оптимизации системы. Параметром оптимизации будем считать время проявления фоторезиста в технологии фотолитографии.

## 3. Обработка экспериментальных данных на основании регрессионного анализа

Для определения коэффициентов в модели проявления фоторезиста заданы некоторые параметры:

Фактор	Нулевые уровни варьирования	Интервалы варьирования
Толщина фоторезиста	$H_0=0,45$ мкм	$\Delta H=0,1$ мкм
Время экспонирования	$T_{э0}=145$ с	$\Delta T=60$ с
Концентрация щелочи в проявителе	$F_0=0,6$ %	$\Delta F=0,2$ %

В текущем опыте с учетом введенных обозначений формула факторного эксперимента примет вид:

$$T_n = a_0 + a_1 \cdot h + a_2 \cdot t_э + a_3 \cdot f$$

Где  $a_i$  – коэффициент значимости соответствующего параметра в эксперименте.

Введем формулы кодирования значений факторов:

$$\Delta x = x_{i0} - x_{i \min} = x_{i \max} - x_{i0}$$
$$x_{i6} = \frac{x_i \cdot x_{i0}}{\Delta x_i}$$

Согласно формулам и таблице со значениями фактора составим таблицу планирования эксперимента:

Номер опыта	h	$t_э$	f	$T_n$ , с
1	-1	-1	+1	20
2	+1	-1	-1	100
3	-1	+1	-1	55
4	+1	+1	+1	18

Номер опыта	H, мкм	$T_э$ , с	F, %	$T_n$ , с
1	0,35	85	0,8	20
2	0,55	85	0,4	100
3	0,35	205	0,4	55
4	0,55	205	0,8	18

Коэффициенты регрессии для факторного эксперимента можно вычислить по формулам:

$$a_0 = \frac{\sum_{n=1}^N y_n}{N}, a_i = \frac{\sum_{n=1}^N x_{in} y_n}{N}$$

Подставляя значения из таблицы планирования и полученные измерения получаем:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{20 + 100 + 55 + 18}{4} = 48,25 \text{ с} \\ a_1 &= \frac{-20 + 100 - 55 + 18}{4} = 10,75 \frac{\text{с}}{\text{мкм}} \\ a_2 &= \frac{-20 - 100 + 55 + 18}{4} = -11,75 \text{ с} \\ a_3 &= \frac{20 - 100 - 55 + 18}{4} = -29,25 \frac{\text{с}}{\%} \end{aligned}$$

Таким образом получаем конечную формулу регрессии с коэффициентами:

$$T_{\pi} = 48,25 + 10,75 \cdot h - 11,75 \cdot t_3 - 29,25 \cdot f$$

## 4. Вывод

- Так как в каждом опыте варьировалась каждая независимая переменная, то данный эксперимент можно отнести к активным факторным экспериментам.
- В наибольшей степени на эксперимент концентрация щелочи в растворе, так как её коэффициент имеет наибольшее значение по модулю, а наименьшее значение имеет толщина фоторезиста.
- Время экспонирования и концентрация щелочи в растворе уменьшают конечное время проявления, а толщина фоторезиста увеличивает время проявления.