



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Сопротивление материалов»

## Практикум

«Применение программных комплексов при обработке результатов механических испытаний» для проведения лабораторных работ по дисциплинам

**«Сопротивление материалов»,  
«Специальные вопросы  
сопротивления материалов»,  
«Механика», «Теоретическая  
механика для архитекторов»,  
«Строительная механика для  
архитекторов»»**

Авторы  
Маяцкая И. А., Языев Б. М.

Ростов-на-Дону, 2020

## Аннотация

Практикум предназначен для студентов очной формы обучения технических направлений подготовки (специальностей), в частности, для студентов, обучающихся по направлениям: 08.03.01 – Строительство; 07.03.01 – Архитектура; 07.03.02 – Реконструкция и реставрация архитектурного наследия; 07.03.04 – Градостроительство; 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов; 29.03.04 – Технология художественной обработки материалов и специальностям: 08.05.01 – Строительство уникальных зданий; 08.05.02 – Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей; 21.05.01 – Прикладная геодезия; 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства.

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Сопротивление материалов» Маяцкая И.А.,  
д.т.н., профессор кафедры «Сопротивление материалов» Языев Б.М.



## Оглавление

<b>1. Цель работы.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Общие положения статистической обработки данных...4</b>	<b>4</b>
<b>3. Использование средств и специальных функций Excel..4</b>	<b>4</b>
<b>4. Использование инструментов пакета анализа .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Контрольные вопросы .....</b>	<b>9</b>

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомить студентов:

- 1). С методами обработки экспериментальных данных.
- 2). С методикой вычисления основных статистических характеристик.
- 3). С основными положениями статистического анализа с применением инструментов Excel.

## 2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

### с применением инструментов Excel

При механических испытаниях материалов приходится сталкиваться с необходимостью обработки и анализа данных, полученных в результате экспериментов. При этом относительно большой массив и стохастическая природа экспериментальных данных обуславливает необходимость применения статистических методов для их обработки.

Пакет *Excel* оснащен средствами автоматизированной обработки данных. В него включены методы описания статистических данных; представление их в форме таблиц, распределений с учетом критериев различия; корреляционные, дисперсионные и регрессионные методы, позволяющие проводить необходимый анализ экспериментальных данных.

Наиболее часто используются методы, реализованные в мастере функций и пакете анализа *Excel*.

## 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ EXCEL

В мастере функций *Excel* имеется ряд средств, предназначенных для вычисления следующих основных статистических характеристик:

- 1) среднее значение выборки величин:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}, \quad (1)$$

где

$x_i$  — экспериментальные данные (варианты единичных

значений величин);

$N$  — число единичных значений;

- 2) медиана — число, которое является серединой выборки;
- 3) интервал (амплитуда, вариационный размах) — это разность между максимальным и минимальным значениями выборки; интервал является мерой вариации или рассеяния элементов выборки.

Дисперсия выборки характеризует степень разброса элементов выборки относительно среднего значения:

$$D = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 ; \quad (2)$$

- 4) стандартное отклонение:

$$S_x = \sqrt{D} ; \quad (3)$$

- 5) стандартная ошибка, которая характеризует степень возможного отклонения среднего значения, полученного на исследуемой ограниченной выборке, от истинного среднего значения:

$$\xi_x = \frac{S_x}{\sqrt{N}} . \quad (4)$$

Ниже приведен перечень специальных функций мастера функций *Excel*, позволяющих определить основные статистические характеристики:

- 1) функция СРЗНАЧ вычисляет среднее арифметическое нескольких массивов данных;
- 2) функция МЕДИАНА позволяет получить медиану заданной выборки;
- 3) функция МОДА вычисляет наиболее часто встречающееся значение выборки;
- 4) функция ДИСП оценивает дисперсию по выборочным данным;
- 5) функция СТАНДОТКЛОН вычисляет стандартное отклонение.

**Рассмотрим следующий пример.**

В результате механических испытаний на растяжение образцов из полипропилена получили следующие значения модуля упругости:

№ испытания	Модуль упругости полипропилена, МПа
1	$8,02 \cdot 10^3$
2	$11,51 \cdot 10^3$
3	$10,97 \cdot 10^3$
4	$8,37 \cdot 10^3$
5	$7,89 \cdot 10^3$
6	$9,57 \cdot 10^3$
7	$8,75 \cdot 10^3$

Итак, получена следующая выборка экспериментальных данных:

$x_1 = 8,02$ ;  $x_2 = 11,51$ ;  $x_3 = 10,97$ ;  $x_4 = 8,37$ ;  $x_5 = 7,89$ ;  $x_6 = 9,57$ ;  $x_7 = 8,75$ .

**Вводим данные в рабочую таблицу** в следующем порядке:

- открываем рабочую таблицу;
- вводим в ячейку A1 слово «Полипропилен», а затем в ячейки A2...A8 — соответствующие значения модуля упругости полипропилена.

**Определяем среднее значение экспериментальных данных:**

- устанавливаем табличный курсор в свободную ячейку **A9**;
- на панели инструментов нажимаем кнопку «**Вставка функции  $f_x$** »;
- в появившемся диалоговом окне «**Мастер функций**» выбираем категорию «**Статистические**» и функцию **СРЗНАЧ**, после чего нажимаем кнопку **ОК**;
- появившееся диалоговое окно **СРЗНАЧ** мышью следует отодвинуть вправо от данных при нажатой левой кнопке;
- указателем мыши вводим диапазон данных (**A2...A8**) для определения среднего значения и нажимаем кнопку **ОК** — в ячейке **A9** появится среднее значение выборки: **9,297143**.

**Определяем стандартное отклонение (или диспер-**

**сию, или моду, или медиану) в выборке:**

- устанавливаем табличный курсор в свободную ячейку **A10** (или A11, или A12, или A13);

на панели инструментов нажимаем кнопку «**Вставка функции  $f_x$** »;

в появившемся диалоговом окне «**Мастер функций**» выбираем категорию «**Статистические**» и функцию **СТАНД ОТКЛОН** (или ДИСП, или МОДА, или МЕДИАНА), после чего нажимаем кнопку **ОК**;

- появившееся диалоговое окно **СТАНД ОТКЛОН** (или ДИСП, или МОДА, или МЕДИАНА) мышью следует отодвинуть вправо от данных при нажатой левой кнопке;
- указателем мыши вводим диапазон данных (**A2...A8**) и нажимаем кнопку **ОК** — в ячейке **A10** (или A11, или A12, или A13) появится стандартное отклонение выборки: **1,445668** (или дисперсия — 2,089957; или мода — 0; или медиана — 8,75).

**Результаты вычислений на экране монитора будут выглядеть так:**

полипропилен

8,02

11,51

10,97

8,37

7,89

9,57

8,75

9,297143

среднее значение

1,445668

стандартное отклонение

2,089957

дисперсия

0

мода

8,75

медиана

Доверительный интервал при этом составляет

$$\bar{x} \pm 3S_x \quad (\text{т. е. } 9,297143 \pm 4,337004).$$

## 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ПАКЕТА АНАЛИЗА

В пакете *Excel* имеется набор инструментов для работы с несколькими выборками и проведения корреляционного и регрессионного анализа (раздел «**Анализ данных**»).

***Для установки раздела «Анализ данных» в пакете Excel необходимо:***

- 1) установить «**Пакет анализа**», а именно: выбрать в меню «**Сервис**» команду «**Настройки**» и в появившемся списке установить флажок «**Пакет анализа**»;
- 2) провести ввод данных. Экспериментальные данные следует представить в виде таблицы, при создании которой информацию следует вводить в отдельные ячейки. *Совокупность таких ячеек называется входным диапазоном;*
- 3) провести обработку данных в следующей последовательности:

указать курсором на пункт меню «**Сервис**» и щелкнуть левой клавишей мыши;

в раскрывшемся списке выбрать команду «**Анализ данных**».

*Если такая команда отсутствует, то необходимо дополнительно установить в пакете Excel соответствующую подпрограмму;*

в появившемся списке «**Инструменты анализа**» выбрать строчку, соответствующую определяемому параметру;

ввести входной и выходной диапазоны;

4) найти основные статистические характеристики в такой последовательности:

выполнить команду «**Сервис** → **Анализ данных**»;

в появившемся списке «**Инструменты анализа**» выбрать строку «**Описательная статистика**» и нажать кнопку **ОК**;

в появившемся диалоговом окне указать входной диапазон (то есть ввести ссылку на ячейки, содержащие экспериментальные данные) — указатель мыши навести на верхнюю ячейку данных и нажать левую кнопку мыши; далее, не отпуская левую кнопку, протянуть указатель, содержащей анализируемые данные, а затем отпустить левую кнопку мыши;

указать выходной диапазон (то есть ввести ссылку на



ячейки, в которые будут выведены результаты анализа).

Для этого следует указателем мыши (щелкнув левой клавишей) поставить переключатель в положение «**Выходной диапазон**». Затем привести указатель мыши в поле ввода «**Выходной диапазон**» и щелкнуть левой клавишей, потом указатель мыши привести на левую верхнюю ячейку выходного диапазона и щелкнуть левой клавишей;

в разделе «**Группировка**» переключатель установить в положение «**По столбцам**».

установить флажок в поле «**Итоговая статистика**»;  
нажать кнопку ОК.

В результате анализа экспериментальных данных, находящихся в каждом столбце, в указанном выходном диапазоне будут выведены следующие статистические характеристики:

- 1) среднее арифметическая;
- 2) стандартная ошибка среднего;
- 3) медиана;
- 4) мода;
- 5) стандартное отклонение;
- 6) дисперсия выборки;
- 7) эксцесс;
- 8) асимметричность;
- 9) интервал;
- 10) минимум;
- 11) максимум;
- 12) сумма (сумма значения всех элементов выборки);
- 13) счет (количество экспериментальных данных);
- 14) наибольшее значение;
- 15) наименьшее значение;
- 16) уровень надёжности.

Если необходимо провести более детальный анализ экспериментальных данных — сделать выводы, проверить статистические гипотезы, провести анализ различий и взаимосвязи между сериями экспериментов, — то в пакете *Excel* имеются возможности, позволяющие провести и такой анализ.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется средним значением?
2. Что называется медианой?
3. Как определяется вариационный размах?
4. Что называется дисперсией выборки?

Применение программных комплексов при обработке результатов механических испытаний

5. Как определяется стандартное отклонение?
6. Как определяется стандартная ошибка?
7. В чем особенность корреляционного анализа?
8. В чем особенность регрессионного анализа?