

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Наименование структурного подразделения Институт технологий и инженерной механики

Кафедра Станки, инструменты и инженерная графика

(наименование кафедры)



УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и инженерной механики

Могильная Е.П.

(подпись)

«11» 03 2025 года

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по учебной дисциплине

«Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных»

(наименование учебной дисциплины, практики)

**15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

«Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструмент»

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы);

Разработчик (разработчики):

профессор

(должность)

Брешев В.Е.

(подпись)

Брешев В.Е.

ФИО

(должность)

(подпись)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Станки, инструменты и инженерная графика» от «11» 03 2025 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

Брешев В.Е.

Брешев В.Е.

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине  
«Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

*Выберите один правильный ответ.*

1. Научный эксперимент представляет собой:

А) некоторый научно обоснованный алгоритм испытания моделей технологических комплексов;

Б) метод исследования, при помощи которого в специально создаваемых и/или контролируемых условиях исследуются явления и объекты с целью подтверждения результатов научных исследований и выдвинутых гипотез;

В) экспериментальные исследования объекта или его модели;

Г) процесс экспериментального исследования квазиобъекта – модели.

Правильный ответ: Б.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

2. Под планом эксперимента в теории планирования эксперимента понимают:

А) последовательность экспериментальных исследований;

Б) совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов;

В) количество и последовательность экспериментов;

Г) условия проведения экспериментальных исследований.

Правильный ответ: Б.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

3. Имитационное компьютерное моделирование по своей сути является:

А) имитацией функционирования объекта с помощью виртуальной модели;

Б) компьютерным экспериментом по воспроизведению на модели процессов, сопровождающих функционирование реального объекта и его свойств;

В) исследование свойств объекта с помощью компьютерной модели;

Г) последовательное выполнение операций анализа и синтеза с помощью компьютерной модели.

Правильные ответы: Б.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

4. Планирование экспериментов преследует следующие основные цели:

А) сокращение количества опытов и продолжительности экспериментальных исследований;

Б) сокращение общего объёма испытаний при соблюдении требований к достоверности, точности их результатов и повышение информативности каждого из экспериментов в отдельности;

В) повышение информативности экспериментальных исследований;

Г) подтверждение гипотез и результатов научных исследований.

Правильные ответы: Б.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

### **Задания закрытого типа на установление соответствия**

*Установите правильное соответствие.*

*Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

1. Установите соответствие между описанием факторов, действий над ними при планировании эксперимента и обозначающими их терминами.

| Описание фактора и действий над ним                                        | Обозначающий термин                |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1) Натуральное значение фактора, соответствующее нулю в безразмерной шкале | А) Уровень фактора                 |
| 2) Фиксированное значение фактора относительно начала отсчёта              | Б) Основной уровень фактора        |
| 3) Выбор наиболее важных факторов, основанный на экспертной оценке         | В) Нормализация факторов           |
| 4) Преобразование натуральных значений факторов в безразмерные значения    | Г) Априорное ранжирование факторов |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | А | Г | В |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

2. Установите соответствие между описанием факторов, действий над ними при планировании эксперимента и обозначающими их терминами.

| Описание фактора и действий над ним                                                         | Обозначающий термин                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1) Разность между максимальным и минимальным натуральными значениями фактора в данном плане | А) Область экспериментирования (область планирования) |

|                                                                                                        |                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 2) Область факторного пространства, где могут размещаться точки, отвечающие условиям проведения опытов | Б) Размах варьирования фактора    |
| 3) Пространство, координатные оси которого соответствуют значениям факторов                            | В) Эффект взаимодействия факторов |
| 4) Показатель зависимости изменения эффекта одного фактора от уровней других факторов                  | Г) Факторное пространство         |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | А | Г | В |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

3. Установите соответствие между формулой и названием характеристики измеряемой случайной величины  $x$  в эксперименте.

| Формула для характеристики случайной величины                                                                                                  | Название характеристики                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1) $\langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$                                                                                          | А) Дисперсия случайной величины                       |
| 2) $\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2 = \frac{n}{n-1} (\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2)$             | Б) Среднее арифметическое значение случайной величины |
| 3) $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2} = \sqrt{\frac{n}{n-1} (\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2)}$ | В) Нормальное распределение случайной величины        |
| 4) $\rho(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(x - \langle x \rangle)^2}{2\sigma^2} \right]$                                   | Г) Среднее квадратичное отклонение случайной величины |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | А | Г | В |

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

4. Установите соответствие между описанием погрешности измерений и её названием.

| Описание погрешности измерений | Название погрешности |
|--------------------------------|----------------------|
|--------------------------------|----------------------|

|                                                                                                                                                                    |                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1) Погрешность, обусловленная несовершенством метода измерений, например, погрешности от неадекватности принятой модели объекта или от неточности расчётных формул | А) Систематическая погрешность |
| 2) Погрешность, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины                                                | Б) Методическая погрешность    |
| 3) Погрешность, изменяющаяся случайным образом в серии повторных измерений одной и той же величины, проведённых в одних и тех же условиях                          | В) Грубая погрешность          |
| 4) Погрешность, существенно превышающая ожидаемую, как правило, она является результатом явной ошибки в проведении измерений                                       | Г) Случайная погрешность       |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | А | Г | В |

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

### **Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

*Установите правильную последовательность.*

*Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

1. Установите правильную последовательность этапов планирования эксперимента:

А) Уточнение условий проведения эксперимента и выбор вида испытаний (нормальные, ускоренные или сокращённые, в условиях лаборатории или предприятия, натурные или на виртуальной модели);

Б) Установление цели и задач эксперимента;

В) Составление плана проведения эксперимента – определение условий, количества и порядка испытаний, способа сбора, хранения и документирования данных;

Г) Выявление и выбор входных и выходных параметров.

Правильный ответ: Б, А, Г, В.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

2. Установите правильную последовательность этапов измерительного эксперимента:

А) Выполнение измерительного эксперимента, определение и фиксация результатов опытов при изменении условий и варьировании факторов;

Б) Подготовка к измерениям – анализ поставленной задачи, создание условий для измерений, выбор средств и методов измерений, выбор числа измерений;

В) Анализ и интерпретация полученных результатов измерительного эксперимента;

Г) Статистическая обработка полученных результатов измерительного эксперимента.

Правильный ответ: Б, А, Г, В.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

3. Установите правильную последовательность для статистической обработки результатов измерений образцов изделий при определении уровня их качества и вероятности не возникновения брака:

А) Проверка гипотезы о том, что результаты измерений принадлежат нормальному распределению случайной измеряемой величины построением гистограммы;

Б) Исключение выбросов (измерений с грубыми погрешностями) и введение поправок на известные систематические погрешности при измерении параметров изделий;

В) Расчёт доверительных границ погрешности измерения (в пределах которой изделие не является бракованным) по требуемому уровню доверительной вероятности;

Г) Вычисление среднего арифметического, как наиболее вероятной действительной величины при нормальном распределении, вычисление среднего квадратичного отклонения (или дисперсии) как меры разброса результатов серии измерений.

Правильный ответ: Б, А, Г, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

4. Установите правильную последовательность этапов выполнения полного факторного эксперимента (ПФЭ) при исследовании технологических процессов и причин возникновения брака продукции:

А) Выбор величины и количества уровней варьирования переменных, влияющих на качество технологического процесса и возникновение брака (для ПФЭ достаточно двух уровней варьирования величиной);

Б) Выбор центра плана или базового уровня по каждой переменной, представляющей среднее значение данного фактора, влияющего на возникновение брака;

В) Составление матрицы или плана эксперимента по принципу перебора всех возможных комбинаций значений факторов, влияющих на качество продукции, в кодированных переменных;

Г) Приведение натуральных входных переменных к кодированным безразмерным значениям, при этом значение «+1» соответствует максимальному значению фактора, а «-1» – минимальному значению.

Правильный ответ: Б, А, Г, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

## **Задания открытого типа**

### **Задания открытого типа на дополнение**

*Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

1. Методика (метод) измерений представляет собой совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение \_\_\_\_\_ измерений с установленными показателями точности.

Правильный ответ: результатов.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

2. Опыт – воспроизведение исследуемого \_\_\_\_\_ в определённых условиях проведения эксперимента при возможности регистрации его результатов.

Правильный ответ: явления.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

3. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ) представляет собой систему опытов, которая является частью полного факторного эксперимента (ПФЭ), но позволяющая вычислить \_\_\_\_\_ уравнения регрессии, ДФЭ используется в тех случаях, когда на основе имеющейся информации можно пренебречь эффектом взаимодействия факторов.

Правильный ответ: коэффициенты.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

4. Регрессионный анализ является \_\_\_\_\_ изучения статистической взаимосвязи между одной зависимой количественной случайной переменной и одной или несколькими независимыми количественными переменными.

Зависимая переменная в регрессионном анализе называют результирующей, а переменные факторы – предикторами или объясняющими переменными.

Правильный ответ: методом.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

## **Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

*Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

1. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) представляет собой систему опытов, при которой реализуются все возможные, не повторяющиеся \_\_\_\_\_ уровней факторов.

Правильный ответ: комбинации/сочетания/варианты.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

2. Пассивный эксперимент – эксперимент, при котором \_\_\_\_\_ факторов в каждом опыте регистрируются по факту исследователем, а не задаются при планировании и выполнении эксперимента.

Правильный ответ: уровни /величины/значения.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

3. Откликом называется наблюдаемая в измерительном эксперименте случайная \_\_\_\_\_, по предположению, зависящая от факторов измерительного эксперимента.

Правильный ответ: величина/переменная.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

4. Измерение в технике – это процесс определения опытным путём значения какой-либо физической величины с помощью специальных \_\_\_\_\_ средств.

Правильный ответ: технических /измерительных.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

## **Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. Определите количество измерений в полном факторном эксперименте, если каждый из четырёх факторов имеет два уровня изменения.

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже решению.

Количество измерений равно 16. Определяется оно как 2 (два значения варьирования факторов), возведённое в степень  $n$ , где  $n$  – это количество факторов, в нашем случае  $n=4$ .

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

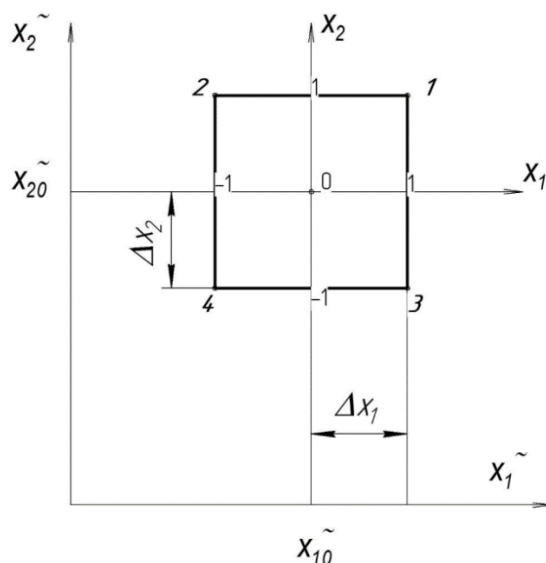
2. Изобразите геометрическую интерпретацию полного факторного эксперимента, матрица планирования которого представлена в виде таблицы изменяющихся факторов  $x_1$  и  $x_2$  и получаемого отклика  $y$ , который затем должен учитываться при разработке технологического процесса.

| № опыта | $x_1, \text{o.e.}$ | $x_2, \text{o.e.}$ | $y$   |
|---------|--------------------|--------------------|-------|
| 1       | +1                 | +1                 | $y_1$ |
| 2       | -1                 | +1                 | $y_2$ |
| 3       | +1                 | -1                 | $y_3$ |
| 4       | -1                 | -1                 | $y_4$ |

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже решению.

Строим оси натуральных значений факторов  $x_1^{\sim}, x_2^{\sim}$ . В области определения факторов ставим точку  $0$ , соответствующую основному уровню факторов и проводим через  $0$  новые оси координат  $x_1, x_2$ , параллельные  $x_1^{\sim}, x_2^{\sim}$ . Выбираем масштабы по осям  $x_1, x_2$ , так, чтобы интервал варьирования  $\Delta x_1, \Delta x_2$  для каждого фактора равнялся единице. Тогда условия проведения опытов будут соответствовать вершинам квадрата 1, 2, 3, и 4 (номерам опытов в матрице планирования), центром которого является основной уровень  $x_{10}^{\sim}, x_{20}^{\sim}$ .

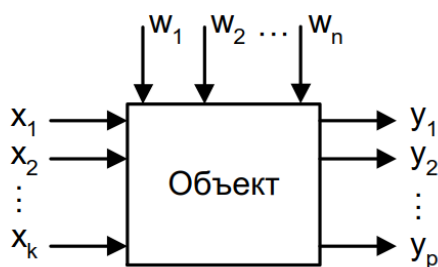


Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

3. Опишите суть многофакторного вычислительного эксперимента, который описывается как модель объекта – «чёрного ящика», показанного на рисунке с действующими факторами, возмущающими воздействиям и выходными параметрами.

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже решению.



Представление объекта в виде такой схемы основано на принципе «чёрного ящика», содержание которого нам не известно. Его состояние в измерительном эксперименте определяют следующие параметры:

- управляющие (входные)  $x_i$  которые называются факторами;
- выходные параметры  $y_i$ , которые называются параметрами состояния или параметрами оптимизации;
- $w_i$  – возмущающие воздействия.

Предполагается, что возмущающие воздействия не поддаются контролю и являются случайными. Каждый фактор  $x_i$  имеет область определения, которая должна быть установлена при планировании экспериментов для исследования функциональной связи с выходными параметрами  $y_i$ .

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (2.1, 2.2).

4. Определите среднее арифметическое  $\bar{x}(H)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(H)$  случайной величины силы, измеренной динамометром при испытаниях шпинделя в многофакторном вычислительном эксперименте, которая распределяется по нормальному закону.

| № п/п | Кол-во одинаковых результатов | Показания динамометра $x_i$ , Н |
|-------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1     | 1                             | 54.16                           |
| 2     | 1                             | 54.17                           |
| 3     | 2                             | 54.18                           |
| 4     | 3                             | 54.19                           |
| 5     | 5                             | 54.20                           |
| 6     | 6                             | 54.21                           |
| 7     | 5                             | 54.22                           |
| 8     | 4                             | 54.23                           |
| 9     | 2                             | 54.24                           |
| 10    | 1                             | 54.25                           |
| 11    | 1                             | 54.26                           |

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже решению.

Для нормального закона распределения среднее арифметическое определяется по формуле  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  и показывает действительную (наиболее вероятную) величину измерений. Среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  Н

определяется по формуле  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$  и определяет степень разброса случайной величины. Ответ:  $\bar{x} = 54,21$  Н.  $\sigma = 0,02$  Н.

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (5.1, 5.2, 5.3).

## Экспертное заключение

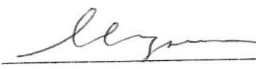
Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению / специальности.

Председатель учебно-методической комиссии  
института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

### **Лист изменений и дополнений**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Виды дополнений<br/>и изменений</b> | <b>Дата и номер протокола<br/>заседания кафедры<br/>(кафедр), на котором<br/>были рассмотрены и<br/>одобрены изменения и<br/>дополнения</b> | <b>Подпись<br/>(с расшифровкой)<br/>заведующего кафедрой<br/>(заведующих<br/>кафедрами)</b> |
|------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                        |                                                                                                                                             |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                             |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                             |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                             |                                                                                             |