

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

Институт приборостроения и электротехнических систем
Кафедра «Приборы»

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


(подпись)



Тарасенко О.В.

« 25 » февраль 20 25 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Планирование эксперимента в инженерных и научных исследованиях»
12.04.01 Приборостроение
«Инновационные технологии в приборостроении»,
«Измерительные информационные технологии»

Разработчики:
доц.  Швец С.Н.
(подпись)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Приборы»
от « 25 » февраль 20 25 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой  Ерошин С.С.
(подпись)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Планирование эксперимента в инженерных и научных исследованиях»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите все правильные варианты ответов

1. По цели проведения и форме представления полученных результатов эксперименты бывают:

- А) качественные
- Б) количественные
- В) пассивные
- Г) активные
- Д) лабораторные
- Е) промышленные

Правильные ответы: А, Б

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

2. По способу проведения эксперименты бывают:

- А) качественные
- Б) количественные
- В) пассивные
- Г) активные
- Д) лабораторные
- Е) промышленные

Правильные ответы: В, Г

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

3. По условиям проведения эксперименты бывают:

- А) качественные
- Б) количественные
- В) пассивные
- Г) активные
- Д) лабораторные
- Е) промышленные

Правильные ответы: Д, Е

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

4. В зависимости от источника информации, используемого при построении математической модели в планировании эксперимента, модели бывают:

- А) качественные
- Б) физические (аналитические)

В) статистические (эмпирические)

Г) активные

Д) лабораторные

Правильные ответы: Б, В

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

5. При выборе области определения в планировании эксперимента необходимо учитывать следующие ограничения:

А) принципиальные ограничения для значений факторов, которые не могут быть нарушены ни при каких обстоятельствах

Б) технико-экономические ограничения

В) ограничения, определяемые конкретными условиями проведения процесса

Г) субъективные ограничения

Правильные ответы: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

6. Параметр оптимизации в планировании эксперимента выбирают с учетом комплекса требований – он должен:

А) быть количественным, т.е. иметь числовую оценку

Б) обладать однозначностью в статистическом смысле

В) быть универсальным и всесторонне отражать характеристики объекта, процесса, явления

Г) быть эффективным как с точки зрения достижения цели, так и в статистическом смысле

Д) иметь ясный физический смысл

Правильные ответы: А, Б, В, Г, Д

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

7. Предварительная обработка результатов измерений при планировании эксперимента включает:

А) отсеивание грубых погрешностей (промахов)

Б) оценку достоверности результатов измерений

В) проверку соответствия результатов измерения нормальному закону и определение параметров этого распределения

Г) проверку внешнего состояния

Правильные ответы: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие понятия и его определения в планировании эксперимента.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1) Факторы | А) некоторое число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний, а вычитание – нижний уровни факторов |
| 2) Область определения | Б) входные параметры, которые оказывают влияние на объект и могут быть измерены |
| 3) Уровни фактора | В) совокупность всех значений, которые может принимать данный фактор |
| 4) Интервал варьирования факторов | Г) выбранные для эксперимента количественные или качественные состояния фактора |

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

2. Установите соответствие понятия и его определения в планировании эксперимента.

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1) Поверхность отклика | А) критерий оптимальности (параметр оптимизации), зависящий от выходных параметров объекта, эту функцию рассматривают как отклик объекта на указанную комбинацию факторов |
| 2) Факторное пространство | Б) область возможных комбинаций факторов, построенную в многомерном факторном пространстве |
| 3) Область планов эксперимента | В) пространство, в котором строится поверхность отклика |
| 4) Функцией отклика | Г) геометрической интерпретацией области определения факторов |

Правильный ответ: 1-Г, 2-В, 3-Б, 4-А

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

3. Установите соответствие понятия и его определения в планировании эксперимента.

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1) Генеральная совокупность | А) полный набор всех возможных значений, которые может принимать случайная величина в ходе эксперимента |
| 2) Выборка | Б) набор значений случайной величины $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ |
| 3) Объем выборки | В) число полученных экспериментальных результатов n |
| 4) Точечная оценка | Г) отдельное число, которое используется в качестве оценки параметра генеральной совокупности |

Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

4. Установите соответствие критерия качества оценки в статистическом анализе (в планировании эксперимента) его сути.

- | | |
|--------------------|---|
| 1) Несмещенность | А) оценка, при вычислении которой используется вся содержащаяся в выборке информация |
| 2) Эффективность | Б) все выборочные значения располагаются симметрично относительно истинного значения оцениваемого параметра |
| 3) Состоятельность | В) оценка обладает наименьшей дисперсией по сравнению с другими оценками данной числовой характеристики |
| 4) Достаточность | Г) такая оценка истинного значения параметра, при которой по мере увеличения объема выборки ее значение приближается к истинному значению параметра |

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

5. Установите соответствие вида связи между рядами наблюдений (в планировании эксперимента) ее характеристике.

- | | |
|-------------------------|--|
| 1) Функциональная связь | А) частный случай статистической связи, состоящий в том, что разным значениям одной переменной соответствуют различные средние значения другой |
| 2) Статистическая связь | Б) если с изменением значения одной из переменных вторая может в определенных пределах принимать любые значения с некоторыми вероятностями, но ее среднее значение или иные статистические характеристики изменяются по определенному закону |
| 3) Корреляционная связь | В) Если с изменением значения одной из переменных вторая изменяется строго определенным образом, т.е. значению одной переменной обязательно соответствует одно или несколько точно заданных значений другой переменной |

Правильный ответ: 1-В, 2-Б, 3-А

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите последовательность этапов организации и проведения исследований (в планировании эксперимента).

А) выбор плана проведения эксперимента

Б) сокращение числа рассматриваемых переменных с целью уменьшения объема проводимых экспериментов

В) контроль хода эксперимента

Г) исключение влияния случайных внешних воздействий

Д) оценка точности средств измерений и точности результатов эксперимента

Е) анализ и интерпретация полученных результатов

Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д, Е

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

2. Установите последовательность этапов проверки статистических гипотез в планировании эксперимента.

А) формулируется в виде статистической гипотезы задача исследования

Б) выбирается статистическая характеристика гипотезы

В) выбираются нулевая и альтернативная гипотезы на основе анализа возможных ошибочных решений и их последствий

Г) выбирается приемлемый уровень значимости

Д) выбирается критерий проверки гипотезы

Е) вычисляется фактическое значение статистического критерия

Ё) определяется критическое значение статистического критерия по соответствующей таблице

Ж) проверяется нулевая гипотеза на основе сравнения фактического и критического значений критерия, в зависимости от результатов проверки гипотеза либо отклоняется, либо не отклоняется

Правильный ответ: Б, А, В, Г, Д, Е, Ё, Ж

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

3. Установите последовательность активного эксперимента (в планировании эксперимента).

А) выполняется обработка результатов измерений, их анализ и принятие решений

Б) осуществляется реализация опытов по заранее составленному исследователем плану (эксперимент)

В) разрабатывается схема проведения исследований (выполняется планирование эксперимента)

Правильный ответ: В, Б, А

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

4. Установите последовательность этапов планирования и реализации полного факторного эксперимента (ПФЭ).

А) выбор параметров оптимизации и уровней их варьирования

Б) кодирование факторов

В) составление матрицы планирования эксперимента

Г) рандомизация опытов

Д) реализация плана эксперимента

Е) проверка однородности дисперсий параллельных опытов, воспроизводимости результатов

Ё) расчет коэффициентов уравнения регрессии, их ошибок и значимости

Ж) проверка адекватности модели

Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д, Е, Ё, Ж

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Напишите пропущенное слово.

_____ – целенаправленное воздействие на объект исследования с целью получения о нем достоверной информации (в планировании эксперимента).

Правильный ответ: Эксперимент

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

2. Напишите пропущенное словосочетание.

Одной из основных задач эксперимента является выявление взаимосвязей между входными и выходными параметрами объекта и представление их в количественной форме в виде _____

Правильный ответ: математической модели

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

3. Напишите пропущенное слово.

Задача исследователя (в планировании эксперимента) заключается в том, чтобы при фиксированных параметрах $z_g = const$ и $u_j = const$ выбрать такие значения $x_i = var$ (такую рабочую точку в области работоспособности), при которых выходной (или оптимизируемый) параметр объекта y достигает _____ величины.

Правильный ответ: оптимальной

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

4. Напишите пропущенное словосочетание.

Основная задача математической статистики заключается в том, чтобы по результатам эксперимента (по данным выборки) высказать обоснованное суждение о свойствах _____.

Правильный ответ: генеральной совокупности

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

5. Напишите пропущенное слово.

_____ факторный эксперимент – это эксперимент, в котором реализуются все возможные, неповторяющиеся комбинации уровней факторов.

Правильный ответ: Полный

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

6. Напишите пропущенное слово.

Во многих случаях инженерной практики перед исследователем возникает

задача не только выявления характера связи между двумя или несколькими рядами наблюдений, но и нахождения таких численных значений факторов, при которых отклик достигает своего максимума или минимума. Эксперимент, решающий эту задачу, называется _____.

Правильный ответ: экстремальным

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Дайте ответ на вопрос.

1. Какие математические модели получают в результате статистической обработки экспериментальной информации, собранной об исследуемом объекте?

Правильный ответ: статистические /эмпирические

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

2. Какие математические модели представляют в виде сложных систем уравнений (алгебраических, дифференциальных, интегральных или дифференциально-интегральных), позволяющих очень точно описать процессы, протекающие в объекте, и допускающих экстраполяцию в точки факторного пространства, в которых невозможно непосредственное наблюдение этих процессов?

Правильный ответ: физические /аналитические

Компетенции (индикаторы): УК-2, ОПК-2

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Опишите, как при анализе результатов пассивного эксперимента происходит установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.

Время выполнения – 30 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже ожидаемому результату

Ожидаемый результат:

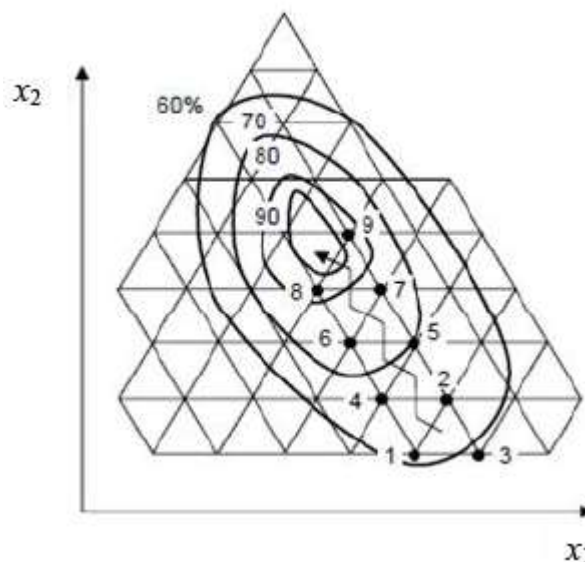
Для установления наличия корреляционной связи используются методы параллельного сопоставления рядов результативного и факторного признаков, графического изображения фактических данных с помощью поля корреляции, построения корреляционной таблицы.

Основным методом выявления наличия корреляционной связи является метод аналитической группировки и определения групповых средних. Он заключается в том, что все единицы совокупности разбиваются на группы по

величине признака-фактора и для каждой группы определяется средняя величина результативного признака. На основе данных аналитической группировки строится график эмпирической линии связи (линия регрессии), вид которой не только позволяет судить о возможном наличии связи, но и дает некоторое представление о форме корреляционной связи. Если эмпирическая линия связи по своему виду приближается к прямой линии, то можно предположить наличие прямолинейной корреляционной связи; если эмпирическая линия приближается к какой-либо кривой, то это связано с наличием криволинейной связи.

Компетенции (индикаторы): УК-1, УК-2, ОПК-2

2. Опишите, как реализуется симплексный метод планирования (в планировании эксперимента). Для ответа воспользуйтесь рисунком, на котором представлено движение к оптимальной области симплексным методом.



Время выполнения – 50 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже ожидаемому результату

Ожидаемый результат:

Метод симплексного планирования позволяет без предварительного изучения влияния факторов найти область оптимума.

Симплекс – это простейший выпуклый многогранник, образованный $k+1$ вершинами в k -мерном пространстве, которые соединены между собой прямыми линиями. При этом координаты вершин симплекса являются значениями факторов в отдельных опытах.

Симплекс называется правильным или регулярным, если все расстояния между образующими его вершинами равны (равносторонний треугольник, правильный тетраэдр и др.).

После построения исходного симплекса и проведения опытов при значениях факторов, соответствующих координатам его вершин, анализируют результаты и выбирают вершину симплекса, в которой получено наименьшее (наихудшее)

значение функции отклика. Для движения к оптимуму необходимо поставить опыт в новой точке, являющейся зеркальным отражением точки с наихудшим результатом относительно противоположной грани симплекса. На рисунке представлено геометрическое изображение симплекса для двумерного случая. Например, по итогам опытов 1,2,3 худшим оказался опыт 3. Следующий опыт ставится в точке 4, которая образует с точками 1 и 2 новый правильный симплекс. Далее сравниваются результаты опытов 1, 2, 4. Наихудший результат получен в точке 1, поэтому она в новом симплексе заменяется зеркальным отражением (точка 5) и т.д., пока не будет достигнута почти стационарная область. Получается зигзагообразный путь, общее число опытов, необходимых для достижения области оптимума, может быть небольшим за счёт того, что проводить $k+1$ опыт приходится лишь в начале, а в дальнейшем каждый шаг сопровождается проведением только одного дополнительного опыта, условия которого выбираются на основе предшествующих результатов.

Компетенции (индикаторы): УК-1, УК-2, ОПК-2

3. Опишите критерии окончания процесса последовательного отражения наихудших вершин и постановки очередных опытов в новых вершинах при симплексном методе планирования (в планировании эксперимента).

Время выполнения – 40 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже ожидаемому результату

Ожидаемый результат:

Окончание процесса последовательного отражения наихудших вершин и постановки очередных опытов в новых вершинах при симплексном методе планирования определяется следующими критериями:

1. Разность значений функции отклика в вершинах симплекса меньше ранее заданной величины. Это означает либо выход в почти стационарную область

вблизи оптимума, либо достижение поверхности $\tilde{y} = \tilde{f}(x_1, x_2, \dots, x_k) = \text{const}$ в виде «плато». В этом случае дополнительными опытами в стороне от симплекса следует удостовериться в отсутствии других участков с более существенной кривизной поверхности $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ и принять величину с экстремальным значением функции отклика за точку оптимума.

2. Отражение любой из вершин симплекса после однократного качания приводит к его возврату в прежнее положение. При этом есть основания утверждать «накрытие» симплексом точки оптимума.

3. Циклическое движение симплекса вокруг одной из его вершин на протяжении более чем нескольких шагов. Подобная ситуация имеет место, когда искомый оптимум располагается внутри области, охватываемой циркулирующим симплексом.

В случаях 2 и 3 рекомендуется уменьшить размеры симплекса, т.е. расстояния между вершинами, и продолжить поиск до желаемого уточнения координат искомого оптимума.

Компетенции (индикаторы): УК-1, УК-2, ОПК-2

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине «Планирование эксперимента в инженерных и научных исследованиях» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение.

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 12.04.01 Приборостроение.

Председатель
учебно-методической комиссии
института



Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

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