

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан ММФ ТГУ
Л. В. Гензе

Оценочные материалы по дисциплине

Планирование эксперимента

по направлению подготовки

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки :

**Основы научно-исследовательской деятельности в области механики и
математического моделирования**

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен использовать методы физического моделирования, современное экспериментальное оборудование или специализированное программное обеспечение для проведения вычислительных экспериментов в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Участвует в проведении эксперимента (физического, мысленного или компьютерного) на основе сформулированной с руководителем физической модели явления или модели из другой научной области

ИОПК 3.2 Владеет методами физического или компьютерного моделирования, методами планирования эксперимента, теорией подобия и размерностей

ИОПК 3.3 Анализирует полученные экспериментальные результаты

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- контрольная работа;

Тест (ИОПК-3.2.)

1. Какие принципы, положенные в основу теории планирования эксперимента, направлены на повышение эффективности экспериментирования:
 - а) стремление к минимизации общего числа опытов;
 - б) одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам — алгоритмам;
 - в) выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений;
 - г) выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованное решение после каждой серии экспериментов.
2. Какие признаки эксперимента существуют:
 - а) по способу формирования условий: естественные; искусственные;
 - б) по целям исследования: преобразующие; констатирующие; контролирующие; поисковые; решающие;
 - в) по организации проведения: лабораторные; натурные; полевые; производственные и т.д.;
 - г) по структуре изучаемых объектов и явлений: простые; сложные;
 - д) создать условия для осуществления эксперимента.
3. При разработке методик проведения эксперимента необходимо предусматривать:
 - а) проведение предварительного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных и выбора варьирующих факторов;
 - б) порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов;
 - в) подбор объектов воздействия и устранение влияния случайных факторов;
 - г) определение пределов измерений;
 - д) обоснование объема эксперимента, числа опытов.
4. Перед разработкой методики составляется план эксперимента, который включает:
 - а) цель и задачи эксперимента;
 - б) выбор варьирующих факторов;

- в) поиск оптимальных условий;
 - г) порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов.
5. Результаты экспериментов должны отвечать трем статистическим требованиям:
 - а) эффективности оценок, т.е. минимальности дисперсии отклонения относительно неизвестного параметра;
 - б) обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента;
 - в) состоятельности оценок, т.е. при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению;
 - г) несмещенности оценок — отсутствие систематических ошибок в процессе вычисления параметров.
 6. Объекты исследования должны отвечать следующим требованиям:
 - а) воспроизводимость результатов на объекте эксперимента
 - б) оптимизация
 - в) управляемость факторами
 7. Параметр оптимизации должен отвечать следующим требованиям:
 - а) должен измеряться при любом изменении (комбинации) факторов;
 - б) быть статистически эффективным;
 - в) быть информационным и универсальным;
 - г) иметь физический смысл;
 - д) воспроизводимость результатов на объекте эксперимента.
 8. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента:
 - а) факторы должны быть управляемыми;
 - б) точность замера факторов должна быть максимально высокой;
 - в) факторы должны быть непосредственными воздействиями на объект;
 - г) факторы должны быть однозначны.
 9. В основе теории случайных ошибок лежат два предположения:
 - а) при большом числе измерений случайные погрешности одинаково велики, но с разными знаками встречаются одинаково часто;
 - б) большие (по абсолютной величине) погрешности встречаются реже, чем малые, т.е. вероятность появления погрешности уменьшается с ростом ее величины;
 - г) теоретическое среднее совпадает с истинным значением измеряемого параметра.
 10. Оценки должны обладать следующими свойствами:
 - а) состоятельности оценок, т.е. при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению;
 - б) состоятельности, когда оценки при неограниченном увеличении числа измерений могут иметь сколь угодно малый доверительный интервал при доверительной вероятности p ;
 - в) эффективности, проявляющейся в том, что из всех несмешанных оценок данная оценка будет иметь наименьшее рассеяние (дисперсию);
 - г) несмещенности, проявляющейся в том, что теоретическое среднее совпадает с истинным значением измеряемого параметра.

Ключи: 1 а,б,в), 2 а,б,в,г), 3 а,в,г), 4 а,б,в), 5 а,в,г), 6 а,в), 7 а,б,в,д), 8 а,б,в,г), 9 а,б), 10 б,в,г).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

Контрольная работа (ИОПК-3.3)

Контрольная работа состоит из 2 теоретических вопросов и 1 задачи.

Перечень теоретических вопросов:

1. Наблюдение, пассивный и активный эксперимент как способы изучения биологических объектов.
2. Функция отклика.
3. Рандомизация.
4. Понятие плана.
5. Задачи, решаемые с помощью дисперсионного анализа.
6. Однофакторный дисперсионный анализ.
7. План эксперимента для однофакторного дисперсионного анализа.
8. Расчет общей, факториальной и остаточной дисперсии и степеней свободы.
9. Оценка силы и достоверности влияния фактора.
10. Оценка значимости коэффициентов регрессии.
11. Регрессионный анализ.
12. Оценка значимости коэффициентов регрессии.
13. Составление модели.
14. Оценка адекватности модели.
15. Выбор шага движения в методах оптимизации.
16. Выбор точки останова.
17. Стратегия поведения после завершения эксперимента.
18. Оценка погрешности экспериментальных данных прямых измерений.
19. Нормальное распределение.
20. Выражение для оценки погрешности косвенных измерений...

Примеры задач:

Задача 1 (ИОПК 3.3)

Ниже дана выборка для прочности на разрыв (табл. 1). Определить среднее значение и дисперсию выборки.

Таблица 1

$R, \text{Н/м}^2$	Частота
18461	2
18466	12
18471	15
18476	10

Задача 2 (ИОПК 3.3.)

Для определения прочности бетона было испытано три бетонных кубика. Результаты испытаний — 19,8; 20,1; 20,4 МПа. Сколько надо провести таких испытаний, чтобы с надежностью 0,95 ошибка при определении средней прочности была в пределах 0,2 МПа, если считается, что ошибки прибора нормальны?

Ответы:

Задача 1. Среднее значение 18470,23; дисперсия выборки 19,13.

Задача 2. Потребуется произвести 42 испытания.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы и задача решена без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если даны 75 % правильных ответов на теоретические вопросы и решена задача.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если даны 50 % правильных ответов на теоретические вопросы, задача имеет ошибочное решение или не решена вообще.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если даны менее 50 % правильных ответов на теоретические вопросы, задача не имеет решения.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Билет содержит два теоретических вопроса, проверяющих компетенции ИОПК 3.2, ИОПК 3.3. Продолжительность зачета 2 часа.

Перечень теоретических вопросов:

1. Типы ошибок измерений
2. Нормальный закон распределения
3. Статистические критерии. Критерий Фишера
4. Статистические критерии. Критерий Стьюдента
5. Статистические критерии. Критерий Кохрена
6. Полнофакторный эксперимент
7. Понятие случайной величины. Погрешность среднего
8. Классификация, типы и задачи эксперимента
9. Метрологическое обеспечение эксперимента
10. Основы корреляционного и регрессионного анализа
11. Метод наименьших квадратов
12. Функция и плотность распределения случайной величины
13. Основные методы измерений
14. Вычисление характеристик эмпирических распределений. Статистические гипотезы
15. Определение доверительных интервалов для исследуемых величин

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценивание по курсу складывается из выполнения промежуточного тестирования (Индикатор компетенции ИОПК-3.2, удельный вес в оценивании – 20 %), индивидуальной контрольной работы (Индикатор компетенции ИОПК-3.1, ИОПК-3.3., удельный вес в оценивании – 25 %) и ответа на вопросы на зачете (Индикаторы компетенции ИОПК-3.2, ИОПК-3.3, 55 % удельного веса в общем оценивании).

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест (ИОПК-3.2)

1. Что такое измерение?
 - а) сравнение измеряемой величины с исходной величиной;

- б) процесс получения опытным путем числового соотношения между измеряемой величиной и значением, принятым за единицу;
в) сравнение эталона и средства измерения.
2. Как называется средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера?
 - а) мера;
 - б) измерительная система;
 - в) измерительный прибор.
 3. Как называется отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины?
 - а) погрешность измерения;
 - б) неточность измерения
 - в) искажение измерения.
 4. Точность результата прямого технического измерения определяется
 - а) произведением
 - б) суммой
 - в) разностью относительных погрешностей измерительного прибора (измерительного преобразователя), методической погрешности способа измерения и др.
 5. Чему равна разность абсолютного и избыточного давлений
 - а) измеряемой величине давления
 - б) барометрическому давлению
 - в) вакуумметрическому давлению

Ключи: 1 б), 2 а), 3 а), 4 а), 5 б).

Задачи

Задача 1 (ИОПК-3.3)

При проверке прочности бетонных кубиков-образцов были получены следующие результаты, МПа:

200; 220; 250; 210; 230.

Указать число степеней свободы оценки дисперсии

Задача 2 (ИОПК-3.1)

По результатам эксперимента (табл. 2) получить (если это возможно): линейное уравнение регрессии.

Таблица 2

X_{1i}	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1
X_{2i}	-1	-1	-1	1	1	1	1	1
y_i	1	2	3	4	6	8	10	12

Ответы:

Задача 1. 4

Задача 2. $\hat{y} = 4,875 + 1,875X_1 + 3,5X_2$

Теоретические вопросы:

1. План дробного факторного эксперимента. (ИОПК 3.2).

Ответ должен содержать основные шаги по построению плана типового факторного эксперимента.

2. Оценка адекватности модели (ИОПК 3.2)

Ответ должен содержать критерии оценивания типовой модели объекта на адекватность.

3. Оценка погрешности косвенных измерений. (ИОПК 3.3)

Ответ должен содержать правила оценивания погрешностей косвенных измерений.

4. Доверительный интервал. (ИОПК 3.2)

Ответ должен содержать понятие доверительного интервала, правила построения в зависимости от начальных условий.

Информация о разработчиках

Касымов Денис Петрович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физической и вычислительной механики, механико-математический факультет ТГУ.