

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

**Планирование эксперимента**

по направлению подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Промышленная и специальная робототехника**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, аргументировано защищать результаты выполненной работы

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-6.1 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, способы обработки и представления данных, системы стандартизации и сертификации

РООПК-6.2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования

РООПК-6.3 Умеет обосновывать техническое решение на основе нормативных документов, регламентирующих НИОКР

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- задание;
- контрольная практическая работа;
- тест.

**ЗАДАНИЕ** (РООПК-6.1, РООПК-6.2, РООПК-6.3).

**Задания** выполняются самостоятельно, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22357>, продолжительность 1 час, ответы прикрепляются студентом в элементе **Задание** в электронном курсе и проверяются преподавателем.

**Пример.**

Тема 2. Задание Лекции 2. Выборка и эмпирические распределения. Функции распределения.

На основе материала Тема 2 п 1.1 составить статистический ряд для двух выборок, построить эмпирическую функцию распределения, определить основные параметры функции распределения (среднее арифметическое, выборочную дисперсию, асимметрию и эксцесс). Смысл задания: не используя Интернет рассчитать параметры эмпирического распределения выборок, графически представить функцию распределения, гистограмму и полигон. PDF-файл прикрепить в этом задании в электронном курсе <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22357>.

**Критерии оценивания элемента Задание.**

Результаты работы оцениваются баллами от 2 до 5.

5 баллов – параметры эмпирической функции распределения получены с ошибкой, не превышающей 5%; расчет представлен в полном объеме, с правильной терминологией изучаемой дисциплины графическим подтверждением.

4 балла – параметры эмпирической функции распределения получены с ошибкой, не превышающей 10%; расчет представлен не в полном объеме, с правильной терминологией изучаемой дисциплины графическим подтверждением.

3 балла – параметры эмпирической функции распределения получены с ошибкой, превышающей 10%; расчет представлен не в полном объеме, с не правильной терминологией изучаемой дисциплины без графического подтверждением.

2 балла, неудовлетворительная оценка – задание не выполнено.

## **КОНТРОЛЬНАЯ ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА (РООПК-6.1, РООПК-6.2, РООПК-6.3).**

**Контрольные практические работы** состоят из 6 последовательных заданий, в каждом из которых представлены 13 индивидуальных вариантов экспериментальных данных. Работы выполняются самостоятельно, время выполнения до 6 часов. Отчет по работе (представляется в электронном виде, созданном в пакете PTC MathCad и имеют формат Работа 1. xmcd) приносятся студентом на занятие с письменными ответами на контрольные вопросы после описания практической работы в методическом пособии, и проверяется преподавателем. Студент проводит устное пояснение физических процессов, интерпретированных в математический язык и обратно, делая акцент на качественном и количественном подтверждении своей обработки экспериментальных данных и достоверности полученных результатов. Методические пособия (указания) и образцы практических работ выложены в электронном курсе <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22357> в разделе Практические работы по курсу «Планирование эксперимента».

Список 6 последовательных работ:

1. Проверка нормальности распределения непрерывной случайной величины, представленной выборкой (в 13 индивидуальных вариантах) по трем методам: по критерию  $\chi^2$  Пирсона, по критерию Колмогорова, асимметрии  $Sk$  и эксцессу  $E$  и их дисперсиям  $D1$  и  $D2$  соответственно.
2. Корреляция и линейная регрессия двумерных систем.
3. Определение частных и множественных коэффициентов корреляции, построение линейного уравнения регрессии.
4. Построение и статистический анализ уравнения регрессии (классический регрессионный анализ).
5. Построение уравнения регрессии шаговым методом.
6. Построение регрессии на ортогональных полиномах.

**Критерии оценивания элемента Контрольные практические работы**  
Результаты каждой работы определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если студентом даны правильные, развернутые ответы на контрольные вопросы и пояснения физических процессов, интерпретированных в математический язык и обратно, делая акцент на качественно и количественно подтверждении своей обработки экспериментальных данных и достоверности полученных результатов с подробным объяснением или если ответы на вопросы и пояснения даны студентом верно, но не в полном объеме. Требуется задавать наводящие вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется, если ответы студента на контрольные вопросы даны с грубыми ошибками, наводящие вопросы с трудом помогают студенту сформулировать правильный ответ, не может дать пояснение физических процессов, интерпретированных в математический язык и обратно, забывая качественно и количественно подтверждать полученные результаты при обработке экспериментальных данных или отсутствии знаний и понимания физики процессов у студента по теме лабораторной работы.

### **Тест (выполняется на практическом занятии, РООПК-6.1., РООПК-6.2 РООПК-6.3)**

Примеры вопросов:

1. Как называется систематическое и целенаправленное изучение объектов, в котором используются средства и методы науки, и которое завершается формулировкой знаний об изучаемом объекте?

- а) обзор информации,
- б) наука,
- в) научные исследования,
- г) априорное ранжирование.

2. Как называется процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью?

- а) методика,
- б) методология,
- в) планирование эксперимента,
- г) программа.

3. Какая информация называется априорной?

- а) опубликованная в литературе,
- б) соответствующая теоретическим законам,
- в) имеющаяся до опытов,
- г) полученная экспериментально.

4. В примере классификации: «Человек состоит из головы, туловища, ногтей, волос», какой уровень признаков нарушен?

- а) дифференциальный,
- б) обобщающий,
- в) иерархический,
- г) логический.

Ключи: 1 в), 2 в), 3 а,в), 4 в).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно на 2/3 вопросов.

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

Промежуточная аттестация реализуется путем проведения зачета. К зачету допускается студент, выполнивший все задания, практические работы, тест. Зачет проводится в устной форме. Продолжительность зачета 1 час. В билете три теоретических вопроса.

Вопросы по теории направлены на оценку сформированности по индикаторам компетенций РООПК-6.1, РООПК-6.2 (знание основных методов и средств проведения экспериментальных исследований, способов обработки и представления данных, системы стандартизации и сертификации; умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования).

Теоретические вопросы по дисциплине.

1. Что такое математическая статистика?
2. Что такое планирование эксперимента?
3. Что такое вариационный ряд?
4. Что такое группированный статистический ряд?
5. Что такое полигон частот, гистограмма?
6. Эмпирическая функция распределения.
7. Что означают понятия точечные и интервальные оценки?
8. Понятие состоятельности, несмещенности и эффективности оценки.
9. Оценка неизвестных параметров закона распределения
10. Функция правдоподобия и оценка максимального правдоподобия.
11. Метод моментов. Оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины. Их свойства.
12. Метод наименьших квадратов оценки параметров.
13. Оценки параметров нормального распределения.

14. Интервальная оценка параметров экспоненциального распределения.
15. Интервальная оценка параметров биномиального распределения.
16. Задачи статистической проверки гипотез. Понятие гипотезы.
17. Уровень значимости, уровень достоверности.
18. Критерии, основанные на сравнении теоретической плотности распределения и эмпирической гистограммы. Критерий  $\chi^2$  (Пирсона) для простой гипотезы.
19. Критерий Пирсона для сложной гипотезы.
20. Критерии, основанные на сравнении теоретической и эмпирической функций распределения вероятностей. Критерий Колмогорова-Смирнова.
21. Проверка гипотез о значениях параметров распределений.
22. Последовательные методы проверки гипотез о значениях параметров распределений
23. Проверка гипотезы о числовом значении математического ожидания нормального распределения при известной дисперсии (случаи равных дисперсий).
24. Что такое дисперсионный анализ зависимостей. Приведите основные понятия.
25. Однофакторный параметрический дисперсионный анализ.
26. Двухфакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный параметрический дисперсионный анализ.
27. Для чего используется корреляционный анализ?
28. Как вычисляются параметрические коэффициенты корреляции?
29. Как определяется значимость коэффициента корреляции?
30. Что такое множественный коэффициент корреляции?
31. Как проверяется значимость множественного коэффициента корреляции?
32. Что такое регрессионный анализ?
33. Построение модели регрессии.
34. Оценка адекватности регрессии. Доверительный интервал для уравнения регрессии.
35. Оценка дисперсии коэффициентов регрессии и доверительных интервалов.
36. Этапы построения математической модели
37. Что понимается под пассивным и активным экспериментом?
38. Какие принципы используются при планировании активных экспериментов?
39. Требования к факторам в активном эксперименте.
40. Определение «Параметр оптимизации» (Функции отклика).
41. Виды параметров оптимизации.
42. Требования к параметрам оптимизации
43. Определение «План эксперимента», «Точка плана»
44. Видов экспериментов.
45. План однофакторного эксперимента
46. План дробного факторного эксперимента
47. План полного факторного эксперимента
48. Виды ошибок при статистическом анализе и определение их

#### **Критерии оценивания ответа по билету:**

Оценка «зачтено» выставляется, если студентом даны правильные, развернутые ответы на вопросы или если ответы на вопросы и пояснения даны студентом верно, но не в полном объеме. Требуется задавать наводящие вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется, если ответы студента на контрольные вопросы даны с грубыми ошибками, наводящие вопросы с трудом помогают студенту сформулировать правильный ответ, или отсутствии знаний и понимания физики процессов у студента по теме вопроса.

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

Вопросы для проведения теста по дисциплине:

1. Дисперсионный анализ основан на ... (выберите нужные ответы):
  - а) определении степени рассеяния (дисперсии) оцениваемых признаков в нескольких группах
  - б) поиске взаимного изменения значений вариант двух вариационных рядов
  - в) расчете стандартизованных показателей
  - г) использовании методов выравнивания динамических рядов
2. Зависимость МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ, при которой каждому значению одного признака соответствует строго определенное значение другого признака, называется... (выберите нужные ответы)
  - а) корреляционной
  - б) стандартизованной
  - в) функциональной
  - г) регрессионной
3. Коэффициент корреляции может изменяться в пределах (по модулю числа) ... (выберите нужные ответы)
  - а) от 1 до 10
  - б) от 0 до 1
  - в) от 0 до 100
  - г) могут встречаться любые значения
4. Для оценки достоверности коэффициента корреляции применяется ... (выберите нужные ответы):
  - а) критерий t
  - б) коэффициент вариации С
  - в) критерий хи-квадрат
  - г) метод стандартизации
5. Корреляционной называется связь.... (выберите нужный ответ):
  - а) дающая полную характеристику совокупности по ее гомогенности, особенности распределения двух сравниваемых признаков;
  - б) при которой значению каждой величины одного признака соответствует несколько значений другого взаимосвязанного с ним признака;
  - в) при которой любому значению одного из признаков соответствует строго определенное значение другого взаимосвязанного с ним признака.
6. Функциональной называется связь... (выберите нужный ответ):
  - а) при которой значению каждой величины одного признака соответствует несколько значений другого взаимосвязанного с ним признака;
  - б) дающая полную характеристику совокупности по ее гомогенности, особенности распределения двух сравниваемых признаков;
  - в) при которой любому значению одного из признаков соответствует строго определенное значение другого взаимосвязанного с ним признака.

**Ключи.**

Номера вопросов					
1	2	3	4	5	6
а	в	б	а	в	а,в

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если даны правильные ответы на 4 из 6 вопросов.

### **Информация о разработчиках**

Савкина Надежда Валерьевна, кандидат физико-математических наук, доцент, НИ  
Томский государственный университет, Физико-технический факультет, кафедра  
динамики полета, доцент