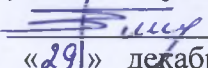


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт автоматизации и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук  
(ИАПУ ДВО РАН)

«СОГЛАСОВАНО»


Зам. директора по научно-образовательной деятельности, ученый секретарь, к.т.н.

 С.Б. Змеу  
«29» декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИАПУ ДВО РАН  
член-корреспондент РАН



 Р.В. Ромашко  
«29» декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

**Методы выполнения и обработки экспериментальных исследований**

**Группа научных специальностей 2.5. Машиностроение,  
научная специальность 2.5.4. «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»**

**Форма подготовки (очная)**

Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК) ИАПУ ДВО РАН

курс 2 семестр 4  
лекции 18 час. / 0.5 з.е.  
практические занятия – 18 час./ 0.5 з.е.  
лабораторные работы – нет  
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1.0 з.е.  
самостоятельная работа 20 (час.) / 0.56 з.е.  
контрольные работы 2  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены.  
зачет 4 семестр  
экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации и срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий обучающихся, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 года № 951.

Рабочая программа обсуждена на заседании МК ПКВК ИАПУ ДВО РАН, протокол № 3 от «17» ноября 2021 г.

Заведующий кафедрой: д-р физ.- мат. наук, профессор Н.Г. Галкин

Составитель (ли): к.т.н. А.А. Кацурин

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Методы выполнения и обработки экспериментальных исследований» предназначена для аспирантов, обучающихся по программе аспирантуре «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» и входит в число дисциплин по выбору вариативной части учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по группе научных специальностей .5. – «Машиностроение» и научной специальности 2.5.4. «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» и учебный план подготовки аспирантов по научной специальности «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

**Целью** изучения данной дисциплины является приобретение теоретических знаний и практических навыков проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов с целью проверки теоретических положений (подтверждения рабочей гипотезы) и более широкого и глубокого изучения темы научного исследования.

Предметом рассмотрения данной дисциплины являются методические вопросы подготовки и проведения экспериментальных исследований в области машиностроения, которые встречаются при разработке новых конструкций и технологий изготовления и испытаний изделий техники, при проектировании и применении нового технологического оборудования, новых методов обработки и др.

В основе экспериментального исследования лежит эксперимент, представляющий собой научно поставленный опыт или наблюдение явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за его ходом, управлять им, воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий.

### **Задачи:**

- ознакомление с основными этапами проведения экспериментальных исследований;
- изучение методологии моделирования технологических процессов;
- ознакомление с методикой планирования и проведения экспериментов, обработки и оценки полученных результатов экспериментальных исследований.

### **Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.**

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

- знать методы и принципы проведения экспериментальных исследований, методики планирования эксперимента и обработки полученных результатов, критерии оценки эффективности исследований.
- уметь планировать и проводить экспериментальные исследования в области построения и моделирования машин, технологической оснастки, производственного оборудования и технологических систем, адекватно оценивать полученные результаты.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Раздел I. Методология экспериментальных исследований (8 час.)**

#### **Тема 1. Общие сведения об экспериментальных исследованиях (2 час.)**

Понятия эксперимента и экспериментального исследования, их классификации. Этапы экспериментальных исследований.

#### **Тема 2. Методы и принципы исследования (2 час.)**

Стратегия поиска. Комплексы методов экспериментальных исследований: 1) методы экспериментальных исследований в области металловедения; 2) в области механики материалов; 3) по обоснованию

фундаментальных основ прикладной теории пластичности;4) собственно по технологии формоизменения.

### **Тема 3. Методика экспериментального исследования (2 час.)**

Методика подготовки экспериментального исследования. Приемы экспериментального исследования. Методология моделирования технологических процессов. Основные методы моделирования технологических процессов: методы координатных сеток, визиопластичности, муарового эффекта, фотоупругих покрытий и вдавливания индентора (методы твердости и безобразцовый) применительно к рассматриваемым задачам исследования. Принцип подобия. Определение регрессионных зависимостей. Понятие связи. Виды связи в статистике. Определение математической зависимости. Определение тесноты корреляционной зависимости

### **Тема 4. Планирование эксперимента в экспериментальных исследованиях технологических процессов (2 час.)**

Общие понятия в математическом планировании эксперимента. Определение и выбор параметров оптимизации и факторов технологических процессов. Полный факторный эксперимент. Проверка воспроизводимости опытов. Дробный факторный эксперимент. Интерпретация результатов факторного эксперимента.

### **Раздел II. Обработка результатов экспериментальных исследований (6 час.)**

#### **Тема 5. Статистическая обработка данных в системе Mathcad (2 час.)**

Функции статической обработки встроенные в системе Mathcad. Особенности и недостатки данного программного пакета. Функции аппроксимации, регрессии и предсказания, представленные в системе Mathcad.

#### **Тема 6. Статистическая обработка данных в системе MATLAB (2 час.)**

Работа с системой в режиме прямых вычислений. Ранжированная переменная в системе MATLAB. Категории функций в системе MATLAB. Виды операторов системы MATLA .и их назначение. Вывод результатов вычислений в виде таблиц. Организация вложенных циклов. Правила задания многомерных функций. Интерполяция и аппроксимация данных.

**Тема 7. Графические изображения результатов измерений. Презентация как средство представления итогов обработки данных (2 час.)**

Основные элементы графики в трех программах Excel, Mathcad, MATLAB. Понятие о статических графиках. Основные элементы графика. Изображение изменений явления во времени и рядов распределения. Презентация как наглядное представление итогов работы. Этапы создания презентации. Виды диаграмм.

**Раздел III. Анализ и внедрение научных исследований (4 час.)**

**Тема 8. Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений (2 час.)**

Схема анализа теоретико-экспериментальных исследований. Сопоставление выдвинутой рабочей гипотезы с опытными данными наблюдений.

**Тема 9. Внедрение и эффективность научных исследований (2 час.)**

Этапы внедрения: опытно-производственное и серийное внедрение (внедрение достижений науки, новой техники новой технологии). Основные виды эффективности научных исследований: 1) экономическая эффективность; 2) укрепление обороноспособности страны; 3) социально-экономическая эффективность; 4) престиж отечественной науки. Критерии оценки эффективности исследований.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Практические занятия (18 час.)**

### **Занятие 1. Назначение и основы экспериментальных исследований (2 часа)**

Выработка у экспериментатора целостного представления о экспериментальных исследованиях. Овладение основами эксперимента на примере структурно-наследственного метода измерения твердости.

### **Занятие 2. Выполнение расчетов в электронной таблице Excel (4 час.)**

Использование функций табличного процессора для обработки результатов экспериментальных исследований. Изучение приёмов работы с формулами, функциями, форматирование и редактирование данных. Описательные статистики, используемые при обработке экспериментальных данных. Математические и статистические системы, которые можно использовать для обработки экспериментальных данных. Понятие критерия. Понятие базы данных. Работа с функциями базы данных.

### **Занятие 3. Статистическая обработка в Mathcad (4 час.)**

Математические и статистические функции в системе MathCAD. Изучение приёмов работы с формулами, функциями, форматирование редактирование данных. Линейная и сплайновая интерполяции. Линейная и полиномиальная регрессия. Нелинейная регрессия общего вида.

### **Занятие 4. Статистическая обработка в MATLAB (4 часа)**

Математические и статистические функции в системе MATLAB. Сплайновая аппроксимация. Сплайновая аппроксимация поверхности. Правила организации вложенных циклов, многомерных вычислений в программе Mathcad. Построение трехмерных графиков в Mathcad..

### **Занятие 5. Представление результатов эксперимента. (4час.)**

Выбор графических средств для иллюстрации количественных показателей результатов экспериментальных исследований. Алгоритм определения типа сравнения данных: покомпонентного, позиционного, временного, частотного, корреляционного. Построение диаграмм и графиков для составления отчетов. Представление презентации.

### III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Примерный список контрольных вопросов.

- a. Экспериментальные исследования и цель их проведения
- b. Математические модели и этапы математического моделирования.
- c. Методы моделирования исследований.
- d. Методы проведения исследований.
- e. Ошибки выборочного наблюдения
- f. Статистическая гипотеза. Рабочий инструмент статического анализа.
- g. Правила выполнения статистических наблюдений.
- h. Что такое корреляционная связь. Охарактеризуйте методы выявления корреляционной связи.
- i. На какие этапы методически разделяется исследование операций?
- j. На какие группы можно разделить методы математического программирования?
- k. Что такое методика экспериментальных исследований?
- l. Что называется стратегией поиска?
- m. Какие задачи называются детерминированными, стохастическими?
- n. Какие стратегии относятся к пассивным, к последовательным?
- o. Что можно исследовать применительно к вопросам формоизменения в производстве машин посредством моделирования?
- p. На какие комплексы применительно к изучаемым проблемам разбиваются методы экспериментальных исследований?
- q. Что относится к комплексу металлургических экспериментальных исследований?
- r. Что относится к комплексу экспериментального изучения механических свойств материалов?



s. На какие основные группы применительно к процессам формоизменения подразделяются современные экспериментальные исследования в области механики материалов?

t. Что относится к комплексу исследований по обоснованию фундаментальных основ прикладной теории пластичности?

u. Что входит в задачу поисковых опытов?

v. Как определяется количество частных методик для проведения поисковых опытов?

w. С какой целью в экспериментальных исследованиях используют метод сетевого планирования?

x. В чем заключается метод искаженных сеток?

y. На каких принципах построена обработка сеток?

z. В чем заключается метод визиопластичности?

aa. На чем основаны методы муарэфекта и фотоупругих покрытий?

bb. Назовите разновидности метода муарэфекта.

cc. В чем заключаются методы вдавливания индентора?

dd. Какая зависимость называется корреляционной?

ee. Какие задачи решает корреляционный анализ?

ff. Что используется для измерения тесноты зависимости?

gg. Какими путями для получения выборочных оценок и коэффициентов уравнения регрессии организуют проведение эксперимента?

hh. Какие преимущества имеют активные эксперименты:

ii. Что такое отклик? Каким требованиям должны отвечать отклики?

jj. Факторы технологического процесса.

kk. Из каких обязательных этапов состоит планирование, проведение и обработка результатов ПФЭ?

ll. Какие способы используются в качестве графической интерпретации результатов экспериментальных исследований?

mm. Методы обработки экспериментальных данных.

nn. В чем заключается внедрение научных исследований?

- оо. Этапы внедрения научных исследований?
- рр. Экономическая эффективность научных исследований в целом?
- qq. Основные виды эффективности научных исследований?

#### **IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Основная литература**

1. Рузавин, Г.И. Методология научного познания [Электронный ресурс]: Учеб. пособие для вузов / Г.И. Рузавин. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 487 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=392013>

2. Алексеев С.А. Экспериментальные методы исследования [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / С.А. Алексеев, А.Л. Дмитриев, Ю.Т. Нагибин, Е.М. Никущенко, А.С. Супрун, В.А. Трофимов, А. Туркбоев, В.Т. Прокопенко, А.Д. Яськов. – СПб.: НИУ ИТМО, 2012. – 81 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/595/76595/files/itmo866.pdf>

3. Гришенцев, А.Ю. Теория и практика технического и технологического эксперимента [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. — Спб. : СПбНИУ ИТМО, 2010. — 101 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=40884](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40884)

4. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: [учебное пособие для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика"] / Н. И. Сидняев.— Москва : ЮРАЙТ, 2012 .— 399 с. ; 21 см .— (Магистр ).— Библиогр.: с. 396-399.

##### **Дополнительная литература**

1. Острейковский В.А. Статистические методы обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: Учебное пособие с использованием пакета MathCad / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский - М.:

КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с.: 60x90 1/16 (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-905554-96-4, 300 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=508241>

2. Походун, А.И. Экспериментальные методы исследований. Погрешности и неопределенности измерений [Электронный ресурс]: Учебное пособие. — Спб. : СПбНИУ ИТМО, 2006. — 113 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=40855](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40855)

3. Методология научны исследований в авиа- и ракетостроении [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.И. Круглов, В.И. Ершов, А.С. Чумадин, В.В. Курицына. - М.: Логос, 2011. - 432 с.: ил. - (Новая университетская библиотека). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/documents/ISBN9785987045718-SCN0002.html>