ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИФПМ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФПМ СО РАН
чл.-к. РАН _____ С.Г. Псахье
«17» сентября 2015 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.В.ОД.3 МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ, ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление подготовки

22.06.01 Технологии материалов

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная

ТРУДОЕМКОСТЬ – 3 ЗЕТ (108 часа)

Томск 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с Учебным планом, и на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.06.01 Технологии материалов (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 888.

РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработала:
кандидат физико-математических наук,
младший научный сотрудник лаборатории
материаловедения сплавов с памятью формы Д.Ю. Жапова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании Ученого совета ИФПМ СО РАН,
протокол № 6 от «16» сентября 2015 г.

Ученый секретарь Института
доктор технических наук, доцент В.С. Плешанов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Методы организации, планирования и обработки результатов научного эксперимента» являются:

- приобретение знаний в области планирования и организации научного и инженерного эксперимента, в том числе формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований;
- усвоение методов получения информации в ходе эксперимента, в том числе статистическая обработка экспериментальных данных;
- формирование творческого мышления, навыков критического анализа собственных результатов и литературных данных.

Задачи дисциплины:

- сформировать представления о системе накопления научных знаний и методах научного исследования; о методах планирования и организации экспериментального и теоретического исследования;
- получение теоретических знаний, способностей и навыков рассмотрения практических вопросов и задач, возникающих при планировании и постановке научного и инженерного эксперимента, и, обработке экспериментальных результатов.

Учебная дисциплина обеспечивает аспиранту необходимую базу для планирования и проведения экспериментальных исследований в области его научных интересов, обработки экспериментальных данных, и, в конечном итоге, для подготовки диссертации и автореферата по диссертации

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ОП) ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Дисциплина «Методы организации, планирования и обработки результатов научного эксперимента» является обязательной дисциплиной вариативной части базового цикла дисциплин ОП и входит в число дисциплин, устанавливаемых ИФПМ СО РАН.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины обеспечивают аспиранту необходимую базу для планирования и проведения экспериментальных исследований в области его научных интересов, обработки экспериментальных данных, и, в конечном итоге, для подготовки диссертации и автореферата по диссертации

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы организации, планирования и обработки результатов научного эксперимента» направлен на формирование элементов следующих компетенций федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.06.01 Технология материалов.

Универсальные компетенции:

УК-1 – способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-6 – способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий;

ОПК-8 – способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады;

Профессиональные компетенции

ПК-10 – способность и готовность к реализации методик научного эксперимента и обработки его результатов с использованием последних достижений вычислительной техники, а также систематизировать данные экспериментальных и научных исследований.

Аспирант, завершившие изучение данной дисциплины, должен:

Знать:

- методологию научных исследований,
- современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах,
- основы планирования эксперимента,
- формы представления результатов исследований.

Уметь:

- планировать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования,
- проводить сбор и обработку информации,
- планировать и ставить задачи исследования,
- выбирать методы экспериментальной работы,
- представлять результаты научных исследований.

Владеть опытом:

- использования методов планирования эксперимента,
- представления различными формами результатов научных исследований.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах и зачетных единицах)

Изучение дисциплины по учебным планам предполагается на 1 году обучения аспирантуры, во 2 семестре. В 2 семестре – зачет.

Вид учебной работы	**Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)**	**Распределение по семестрам обучения (в соответствии с учебным планом) (час)**
	Всего: 108	**2 семестр**
Аудиторные занятия	***20***	***20***
Лекции	16	16
Практические занятия	4	4
Семинары		
Другие виды аудиторных работ (экзамен)		
Другие виды работ	***88***	***88***
Самостоятельная работа	88	88
Реферат		
Расчетно-графические работы		
Формы текущего контроля		**опрос**
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		**зачет**

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Название раздела дисциплины	**Виды учебных занятий (в часах)**		
	лекция	практические (семинарские) занятия	самостоятельная работа
Раздел 1. Общие требования к проведению эксперимента			
Тема 1. Эксперимент как предмет исследования.	1	1	4
Тема 2. Предварительная обработка экспериментальных данных.	3		8
Тема 3. Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости.	3	1	16
Тема 4. Оценка погрешностей результатов наблюдений.	3	1	16
Раздел 2. Планирование и статистическая/графическая обработка результатов эксперимента			
Тема 1. Методы планирования экспериментов.	3	нет	18
Тема 2. Статистическая/графическая обработка результатов эксперимента.	2		20
Раздел 3. Критический анализ собственных результатов и литературных данных			
Тема 1. Обобщение и критический анализ собственных результатов и результатов других авторов.	1	1	26
Итого:	16	4	108

4.3. Содержание разделов и тем.

Раздел 1. Общие требования к проведению эксперимента.

Тема 1. Эксперимент как предмет исследования. Понятие эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований. Случайные величины и параметры их распределения. Нормальный закон распределения.

Тема 2. Предварительная обработка экспериментальных данных. Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивания. Оценивание с помощью доверительного интервала. Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей. Сравнение двух рядов наблюдений. Критерий согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения. Преобразование распределений к нормальному.

Тема 3. Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости. Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение тесноты связи между случайными величинами. Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.

Тема 4. Оценка погрешностей результатов наблюдений. Оценка погрешностей определения величин функций. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей. Определение наивыгоднейших условий эксперимента.

Раздел 2. Планирование и статистическая/графическая обработка результатов эксперимента.

Тема 1. Методы планирования экспериментов. Основные определения и понятия. Пример хорошего и плохого эксперимента. Планирование первого порядка. Планы второго порядка. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.

Тема 2. Статистическая/графическая обработка результатов эксперимента. Общие замечания. Применение навыков статистической/графической обработки результатов эксперимента на собственных результатах.

Раздел 3. Критический анализ собственных результатов и литературных данных.

Тема 1. Обобщение и критический анализ собственных результатов и результатов других авторов. Общие замечания. Обсуждение критического анализа аспирантом собственных результатов и литературных данных (реферат).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Содержание самостоятельной работы:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

6. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Цель контроля – получение информации и соответствие ее результатам обучения.

6.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала по дисциплине «Методы организации, планирования и обработки результатов научного эксперимента» учащихся организован как устный опрос.

Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений.

Список вопросов для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:

Примерный перечень вопросов:

1. Что такое эксперимент? Какова его роль в инженерной и научной практике?
2. Почему нормальный/логнормальный закон распределения наиболее применим в экспериментальной практике?
3. Какие задачи решают в ходе предварительной статистической обработки экспериментальных данных?
4. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
5. В чем заключается постановка задачи линейной множественной регрессии?

   С какой целью используют теорию планирования эксперимента?

6.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине осуществляется в конце 2-го семестра в виде зачета. Обучающийся допускается к зачету в случае выполнения всех учебных заданий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивании формирования у аспиранта компетенций по дисциплине «Методы планирования, организации и обработки результатов научного эксперимента» осуществляется с использованием нормативных оценок на зачете – зачтено (не зачтено).

Форма промежуточной аттестации: зачет

Критерий	Оценка по традиционной шкале
Аспирант проявил знание программного материала, демонстрирует сформированные (иногда не полностью) умения и навыки, указанные в программе компетенции, умеет (в основном) систематизировать материал и делает выводы	*Зачтено*
Аспирант не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать выводы, четко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями	*Не зачтено*

Список вопросов для проведения промежуточной аттестации (ЗАЧЕТА)

1. Что такое эксперимент? Какова его роль в научной и инженерной практике?
2. Какие общие черты имеют научные методы исследований для изучения

закономерностей различных процессов и явлений в промышленности?

3. Приведите классификации видов экспериментальных исследований, исходя из цели проведения эксперимента и формы представления результатов, а также в зависимости от условий его реализации.
4. В чем заключаются принципиальные отличия активного эксперимента от пассивного?
5. Поясните преимущества и недостатки лабораторного и промышленного эксперимента.
6. В чем отличие количественного и качественного экспериментов?
7. Что такое случайная величина? В чем заключаются отличия дискретной от непрерывной случайной величины? Приведите примеры.
8. Какие вероятностные характеристики используют для описания распределений случайных величин?
9. С какой целью используют законы распределения при обработке данных экспериментальных исследований?
10. Почему нормальный закон распределения наиболее применим в экспериментальной практике?
11. Какие параметры и свойства характерны для нормального закона распределения?
12. Какие задачи решают в ходе предварительной статистической обработки экспериментальных данных?
13. Что такое генеральная совокупность и выборка?
14. Что такое точечное оценивание? Перечислите точечные оценки основных параметров нормального распределения для непрерывной случайной величины.
15. В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?
16. В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы?
17. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?
18. Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются?
19. Что такое критерий согласия? Какова основная идея его использования при проверке гипотез о виде функции распределения?
20. В чем заключается алгоритм использования критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных?
21. Какова процедура использования критерия Колмогорова-Смирнова для проверки гипотезы нормального распределения?
22. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
23. Какие подходы используют при нахождении коэффициентов уравнения регрессии?
24. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов.
25. С помощью какого параметра оценивается теснота связи между случайными величинами? Поясните физическую суть этого параметра.
26. Как оценивается адекватность статистической модели?
27. Что называется частным коэффициентом корреляции?
28. Что называется множественным коэффициентом корреляции?
29. Какими свойствами обладают коэффициенты корреляции?
30. Каким образом производится проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии?
31. В чем заключается постановка задачи линейной множественной регрессии?
32. Что такое погрешность определения величин функций?
33. С какой целью рассчитывают погрешность?

34. Какие виды погрешностей вы знаете? Как они определяются?
35. В чем заключается цель решения обратной задачи теории экспериментальных погрешностей?
36. Что понимают под выражением «наивыгоднейшие условия проведения эксперимента»?
37. Какова основная идея математического решения задачи поиска наивыгоднейших условий проведения эксперимента?
38. Из каких этапов состоит последовательность проведения активного эксперимента?
39. С какой целью используют теорию планирования эксперимента?
40. Из каких соображений выбирают основные факторы, их уровни, а также интервалы варьирования факторов при проведении ПФЭ и ДФЭ?
41. В чем заключается основная идея ДФЭ?
42. В чем заключаются причины неадекватности математической модели? Как производится оценка адекватности?
43. Каковы принципы ротатабельного планирования эксперимента?
44. С какой целью композиционные планы приводят к ортогональному виду?
45. В чем заключается сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий? Какие методы при этом используют?
46. На чем основан метод покоординатной оптимизации?
47. Из каких этапов состоит алгоритм оптимизации методом крутого восхождения?
48. В чем заключаются основная идея метода симплексного планирования?
49. Какие преимущества дает экспериментатору использование средств вычислительной техники?
50. Каковы возможности современных программ по обработке экспериментальных данных?
51. На каких принципах основана организация современных статистических пакетов?
52. Каким образом решается задача по оценке статистических характеристик с помощью пакета Microsoft Excel?

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Волосухин, Виктор Алексеевич. Планирование научного эксперимента: учебник / В. А. Волосухин, А. И. Тищенко. — 2-е изд. — Москва: Инфра-М РИОР, 2014. — 175 с.

Дополнительная литература

1. Шенк, Х. Теория инженерного эксперимента. Перевод с англ. Е.Г. Коваленко / Под ред. чл.-корр. АН СССР Н.П. Бусленко. – М.: Издательство «МИР», 1972. – 381 с.
2. Афанасьева, Наталья Юрьевна. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: учебное пособие для вузов / Н. Ю. Афанасьева. — Москва: КноРус, 2010. — 330 с
3. Романов, В. Н. Основы теории точности средств измерений / В. Н. Романов. — СПб.: СЗТУ, 2005. — 161 с.
4. Гмурман, Владимир Ефимович. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие / В. Е. Гмурман. — 11-е изд., перераб. — Москва: Высшее образование, 2009. — 404 с.

5. Гмурман, Владимир Ефимович. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — 10-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2004. — 479 с.
6. Берикашвили, Валерий Шалвович. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и математическое описание случайных процессов: учебное пособие / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — Москва: Изд-во МГОУ, 2013. — 195 с.
7. Лущейкин, Георгий Акимович. Моделирование и оптимизация полимерных материалов: учебное пособие / Г. А. Лущейкин. — Москва: КолосС, 2009. — 191 с.
8. Рожков, Н. Ф. Планирование и организация измерительного эксперимента: учебное пособие / Н. Ф. Рожков; Омский государственный технический университет (ОмГТУ). — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. — 107 с.
9. Короткова, Елена Ивановна. Планирование и организация эксперимента: учебное пособие для вузов / Е. И. Короткова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 122 с.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ИФПМ СО РАН располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта. Есть компьютеры, оснащенные выходом в Интернет. Программы пакета Microsoft Office, Adobe Reader, WinDjView.