

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

«16»

июня

2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.08 Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Методы планирования, проведения и обработки результатов
экспериментального исследования энергоустановок с электромеханическим
преобразованием»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.1

Всего: 72 часов

Семестр 5, в том числе 6 часов – контактная работа,
48 часа – самостоятельная работа
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника

код и название направления

утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07. 2014 г. № 878, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.14.08 Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

шифр и название специальности

утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью программы является изучение методов планирования, проведения и обработки результатов экспериментального исследования энергоустановок с электромеханическим преобразованием на основе возобновляемых источников энергии.

Задачами изучения дисциплины являются:

- Изучение основ теории эксперимента
- Освоение правил отбора и оценки информации
- Освоение способов проверки статистических гипотез
- Знакомство с методами многомерного статистического анализа, корреляционного и дисперсионного анализа
- Освоение методов постановки и планирования эксперимента, обработки его результатов

В процессе изучения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

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

способность планировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного

мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской работе в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

умение проводить расчеты режимов работы энергоустановок ВИЭ в локальных и объединенных энергетических системах (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

методы теории вероятности и математической статистики, применяемые при планировании эксперимента и обработке его результатов (УК-1)

специальные методы планирования и проведения экспериментов с максимальной надежностью получаемых результатов (УК-2).

уметь:

пользоваться современными пакетами программ математического моделирования и статистической обработки результатов экспериментов (УК-4);

самостоятельно планировать эксперименты на математических, имитационных и физических моделях, обрабатывать полученные результаты, проверять адекватность построенных теоретических моделей физическим процессам (ОПК-1);

проводить расчеты режимов работы энергоустановок ВИЭ в локальных и объединенных энергетических системах (ПК-4).

владеть:

способами подбора и оценки средств проведения эксперимента, соответствующих поставленным целям; методами измерений и оценки их погрешности; средствами наглядного представления результатов эксперимента (ОПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в теорию эксперимента – 4 часа

Соотношение познанного и существующего. Законы и закономерности. Цели научных и инженерных исследований. Необходимость отбора и обработки информации, модели эксперимента. Объект исследования. Факторы и уровни факторов. Особенности энергетических установок с электромеханическим преобразованием энергии.

Понятия теории вероятностей и математической статистики -

6 часов

Закон распределения случайной величины. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей, их свойства. Числовые характеристики законов распределения: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, медиана, мода, размах, ковариация, коэффициент корреляции.

Статистическое определение вероятности. Понятие о математической статистике. Выборка и генеральная совокупность. Система обозначений. Первичная обработка информации и статистический анализ.

Отбор и оценки информации - 10 часов

Проблемы сбора и обработки информации. Зависимость результата от способа отбора. Виды отбора информации. Расслоенный отбор.

Обобщенное понятие точечных оценок. Метод моментов. Свойства точечных оценок. Метод наибольшего правдоподобия. Метод наименьших квадратов. Робастные оценки. Число степеней свободы.

Законы распределения и интервальные оценки- 10 часов

Фундаментальность нормального закона распределения. Выборочные функции. Законы распределения выборочных функций случайных величин.

Законы распределения параметров речного стока и ветровых рядов.

Понятие доверительных интервалов. Общий принцип построения доверительных интервалов. Применение доверительных интервалов для оценки точности информации и необходимого ее объема.

Проверка статистических гипотез- 10 часов

Принцип проверки статистических гипотез. Параметрические критерии. Значение функции правдоподобия при проверке гипотез. Возможные исходы. Уровень значимости. Критическая область. Основная и альтернативная (конкурирующая) гипотезы. Понятия значимости и незначимости. Виды альтернативных гипотез и их графическая интерпретация. Алгоритм проверки статистических гипотез. Прием последовательного планирования эксперимента. Непараметрические критерии. Критерий знаков. Критерии согласия К. Пирсона и Р.Фишера.

Многомерный статистический анализ. Корреляционный анализ - 10 часов

Вопросы статистического анализа. Задачи корреляционного, регрессионного, конъюнктного и дисперсионного анализа.

Коэффициент корреляции. Понятие о корреляционной модели. Оценка тесноты связи факторов по доверительному интервалу для коэффициента корреляции и по корреляционному отношению. Алгоритм проведения корреляционного анализа.

Корреляционные модели измерений характеристик ветро- и гидроэнергетических установок при стендовых и натурных испытаниях.

Дисперсионный анализ- 10 часов

Идея дисперсионного анализа. Существенные предположения дисперсионного анализа. Однофакторная дисперсионная модель. Разбиение дисперсионной суммы однофакторного эксперимента. Остаточная и межгрупповая дисперсии. Пример оценки существенности влияния входного фактора на выходной в однофакторном эксперименте с помощью критерия Фишера. Многофакторная дисперсионная модель. Способы выполнения

основных требований дисперсионного анализа. Алгоритм дисперсионного анализа. Дисперсионные модели стационарных и переходных режимов гидро- и аэромеханических преобразователей, электрических машин различного типа.

Регрессионный и конфлюэнтный анализ- 10 часов

Понятие о регрессионном анализе. Виды регрессионных моделей. Алгоритм регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов как частный случай метода наибольшего правдоподобия. Исследование вида и формы связи параметров по статистическим данным с помощью регрессионного анализа. Эквивалентность понятий регрессии, сглаживания и аппроксимации. Примеры проведения регрессионного анализа.

Понятие о конфлюэнтном анализе. Вид представления параметров в конфлюэнтном анализе. Структурные и стохастические компоненты. Связь с шумом и ненаблюдаемыми параметрами.

Постановка эксперимента- 10 часов

Понятие о постановке и строгости эксперимента. Объект наблюдения и его результат как генеральная совокупность и выборка. Особенности энергетических объектов с электромеханическим преобразованием. Требования стандартов к проведению испытаний гидро- и ветроэнергетического оборудования.

Суть планирования эксперимента. Термины теории планирования эксперимента. План эксперимента. Проблемы построения эксперимента. Принципы планирования экспериментов.

Возможность планирования эксперимента, наилучшим образом соответствующего цели исследования. Пример выгоды планирования эксперимента. Свойства планов эксперимента: полнота, сбалансированность, рандомизированность, блочность.

Приемы планирования объема эксперимента с помощью математической статистики. Примеры подходов к планированию объема эксперимента.

Планирование эксперимента- 10 часов

Планирование однофакторного и двухфакторного экспериментов. Модель линейного однофакторного эксперимента. План линейного однофакторного эксперимента для дисперсионного анализа. Выявление влияния единственного фактора с помощью дисперсионного анализа.

Модель линейного двухфакторного эксперимента. Неполноблочный сбалансированный план линейного двухфакторного четырехуровневого эксперимента. Выявление влияния двух факторов с помощью дисперсионного анализа.

Модель и план линейного трехфакторного четырехуровневого эксперимента. Модель и план линейного трехфакторного двухуровневого эксперимента. Матрица Адамара. Свойства плана: полнота, насыщенность, симметричность, нормированность, ортогональность.

Ненасыщенные и сверхнасыщенные планы. Связь полноты плана с моделью плана. Способ построения полных планов. Дробные планы. Способ построения дробных планов. Основное свойство ортогонального плана. Способ построения ненасыщенных неортогональных планов.

Особенности практических задач планирования эксперимента для энергетических объектов с электромеханическим преобразованием энергии. Вариация числа факторов и числа уровней. Метод главных компонент. Факторный анализ. Понятие о методах экспертных оценок.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

5 семестр - дифференцированный зачет.

.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета / кандидатского экзамена

1. Почему результаты наблюдения нельзя считать истиной?
2. Различие законов и закономерностей.
3. Цель научных исследований.
4. Цель инженерных исследований.

5. Факторы и уровни факторов.
6. Понятие события.
7. Невозможное и достоверное событие.
8. Классическое определение вероятности.
9. Случайная величина.
10. Закон распределения случайной величины.
11. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей, их свойства.
12. Понятие математического ожидания.
13. Понятие дисперсии и среднего квадратического отклонения.
14. Понятие медианы.
15. Понятие моды.
16. Понятие размаха.
17. Понятие ковариации и коэффициента корреляции.
18. Статистическое определение вероятности.
19. Выборка и генеральная совокупность.
20. Что входит в первичную обработку информации?
21. Что является целью первичной обработки информации?
22. Что входит в статистический анализ информации?
23. Что является целью статистического анализа информации?
24. Что такое естественный отбор?
25. Что такое искусственный отбор?
26. Что такое пристрастный отбор?
27. Что такое случайный отбор?
28. Что такое типический отбор?
29. Что такое репрезентативный отбор?
30. Что такое расслоенный отбор?
31. Обобщенное понятие точечных оценок.
32. Что и как определяет точечная оценка?
33. Как проводится точечная оценка?
34. Какие точечные оценки необходимы для анализа случайной величины?

35. Какие характеристики случайных величин можно получить с помощью точечных оценок?
36. Что такое свойство несмещенности точечной оценки?
37. Что такое свойство состоятельности точечной оценки?
38. Что такое свойство эффективности точечной оценки?
39. Идея метода моментов.
40. Основной недостаток метода моментов.
41. Основное достоинство метода моментов.
42. Какое свойство точечных оценок обеспечивает метода моментов?
43. Основная идея метода наибольшего правдоподобия.
44. Основной недостаток метода наибольшего правдоподобия.
45. Что такое функция наибольшего правдоподобия?
46. Что такое робастность?
47. Что характеризует число степеней свободы?
48. В чем проявляется фундаментальность нормального закона распределения?
49. Что описывает нормальный закон распределения?
50. Что такое выборочные функции?
51. Для чего строятся выборочные функции.
52. Основная цель использования выборочных функций.
53. Общее понятие доверительного интервала для точечных оценок.
54. Роль выборочных функций в построении доверительных интервалов.
55. Что необходимо знать для построения доверительного интервала?
56. Как доверительный интервал определяет точность оценки?
57. Связь доверительного интервала, точности и объема информации.
58. Что может и чего не может сделать статистическая проверка гипотез?
59. Для чего служит проверка статистических гипотез?
60. Что такое параметрические критерии?
61. Для чего применяются параметрические критерии?
62. Что необходимо знать для проверки параметрического критерия?
63. Роль функции правдоподобия в проверке гипотез.
64. Что такое ошибка I рода?

65. Что такое ошибка II рода?
66. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область малого правдоподобия?
67. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область большого правдоподобия?
68. Понятие альтернативной гипотезы?
69. Виды альтернативных гипотез.
70. Что такое непараметрические критерии?
71. Что является основной задачей непараметрических критериев?
72. Основная идея критерия знаков.
73. Смысловое содержание критерия согласия К. Пирсона.
74. Основные вопросы, решаемые статистическим анализом.
75. Прикладной смысл среднеквадратического отклонения и коэффициента корреляции.
76. Ковариация как характеристика тенденции связи случайных величин.
77. Какой характер имеет соотношение коррелированности с зависимостью?
78. Основная задача корреляционного анализа.
79. Основная задача регрессионного анализа.
80. Основная задача конъюнктного анализа.
81. Основная задача дисперсионного анализа.
82. О чем свидетельствует близость нулю коэффициента корреляции?
83. О чем свидетельствует близость единице коэффициента корреляции?
84. Две оценки тесноты связи случайных величин.
85. Структура корреляционного отношения.
86. В чем заключается основная идея дисперсионного анализа?
87. Существенные предположения дисперсионного анализа.
88. На какие части можно разбить дисперсию результатов однофакторного эксперимента?
89. Что характеризует остаточная дисперсия?
90. Что характеризует межгрупповая дисперсия?
91. Какой вывод можно сделать из сравнения составляющих дисперсий?

92. Как проверяется условие независимости факторов?
93. Какой критерий лежит в основе оценки влияния исследуемого фактора?
94. Как обеспечивается близость распределения исследуемых факторов нормальному распределению?
95. Что такое линия регрессии?
96. Из каких соображений выбирается вид линии регрессии?
97. Для чего нужна проверка гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции?
98. Каким методом находятся параметры линии регрессии?
99. Частным случаем какого метода является метод наименьших квадратов?
100. Какой физический смысл имеет метод наименьших квадратов?
101. Что характеризуют частные дисперсии, исследуемые при построении линии регрессии?
102. Какие компоненты определяют связь факторов в конфлюэнтном анализе?
103. Каково математическое ожидание у стохастических компонент?
104. Определение эксперимента.
105. Для чего предназначен эксперимент?
106. Определение опыта.
107. Что такое активный и пассивный эксперименты?
108. Определение плана эксперимента.
109. Какие факторы задаются в плане эксперимента?
110. Смысловое содержание дисперсионной модели.
111. Смысловое содержание регрессионной модели.
112. Что такое планирование эксперимента?
113. В чем состоит принцип отказа от полного перебора?
114. В чем состоит принцип последовательного планирования?
115. В чем состоит принцип сопоставления с шумом?
116. В чем состоит принцип рандомизации?
117. В чем состоит принцип оптимальности плана?

118. Цель планирования эксперимента.
119. Каким условиям должна удовлетворять информация, полученная в результате правильно спланированного эксперимента?
120. Как можно управлять эффективностью экспериментальных оценок?
121. Общий вид латинских квадратов.
122. Использование среднеквадратического отклонения для планирования объема эксперимента.
123. Использование доверительного интервала для планирования объема эксперимента.
124. Использование статистических критериев для планирования объема эксперимента.
125. Суть однофакторного эксперимента.
126. Типовая гипотеза однофакторного эксперимента.
127. Вид дисперсионной математической модели однофакторного эксперимента.
128. На какие составляющие разбивается дисперсия результатов однофакторного эксперимента?
129. Чем оценивается значимость исследуемого фактора?
130. Что такое полный факторный эксперимент?
131. Что такое полный план?
132. Суть двухфакторного эксперимента.
133. Типовая гипотеза двухфакторного эксперимента.
134. Вид дисперсионной математической модели двухфакторного эксперимента.
135. Понятие полных и неполных блоков плана.
136. Что такое сбалансированные блоки?
137. Типовая гипотеза трехфакторного эксперимента.
138. Вид дисперсионной математической модели трехфакторного эксперимента.
139. План линейного трехфакторного двухуровневого эксперимента.
140. Что такое симметричность плана?
141. Что такое условие нормировки плана?

142. Что такое ортогональность плана?
143. Что такое насыщенность плана?
144. Что такое ненасыщенный и сверхнасыщенный планы?
145. Правило для построения полного плана.
146. Связь полноты плана с моделью плана.
147. Для чего служат дробные планы?
148. Каким условиям должен удовлетворять дробный план?
149. Правило построения дробного плана.
150. Основная идея метода главных компонент.
151. На основе какого свойства факторов метод главных компонент позволяет выбрать исследуемые факторы?
152. На чем основан метод главных компонент?
153. Основная идея факторного анализа.
154. На основе какого свойства факторов факторный анализ позволяет выбрать исследуемые факторы?
155. Вопросы, решаемые методами экспертных оценок.
156. Основные показатели результатов экспертных оценок.
Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Учебное пособие для магистров. Изд. 2-е. – М.: ЮРАЙТ, 2014. – 495 с.
2. Дерюгина Г.В., Малинин Н.К., Пугачев Р.В., Шестопалова Т.А. Основные характеристики ветра. Ресурсы ветра и методы их расчета: учебное пособие / – М.: Издательство МЭИ, 2012 г.
3. Цгоев Р.С. Нетрадиционная ветроэнергетика. пособие / – М.: Издательство МЭИ, 2014 г.

4. Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики: учебное пособие для вузов по нематематическим специальностям – 8-е изд., стер . – СПб. : Лань, 2011 . – 256 с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учебное пособие для втузов – 5-е изд., стер . – М. : КноРус, 2010 . – 480 с.
6. Гмурман В.Е., Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для бакалавров, для вузов – 12-е изд . – М. : Юрайт, 2014 . – 479 с.

Дополнительная литература

7. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии: учебное пособие, СПб: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010. - 224 с.