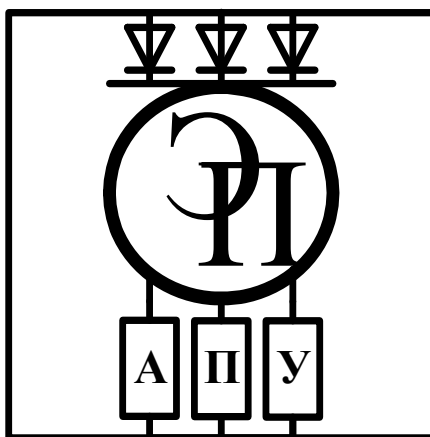


ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и автоматизация
промышленных установок»

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов направления подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
дневной формы обучения*



Могилев 2018



УДК 621.3
ББК 31.2
У 54

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Электропривод и АПУ» «12» октября 2017 г.,
протокол № 3

Составитель канд. техн. наук, доц. В. А. Селиванов

Рецензент канд. техн. наук, доц. Б. Б. Скарыно

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены для
студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и
электротехника».

Учебно-методическое издание

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Ответственный за выпуск

Г. С. Леневский

Технический редактор

А. Т. Червинская

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 46 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018



Содержание

Введение.....	4
1 Практическое занятие № 1. Выбор направления научного исследования.	5
2 Практическое занятие № 2. Систематизация информации и ее классификация	5
3 Практическое занятие № 3. Анализ объекта контроля.....	7
4 Практическое занятие № 4. Анализ дефектов объекта.....	8
5 Практическое занятие № 5. Определение возможности моделирования объекта	12
6 Практическое занятие № 6. Изучение методов НК.....	12
7 Практическое занятие № 7. Оптимизация и выбор контроля.....	15
8 Практическое занятие № 8. Методики исследования.....	16
9 Практическое занятие № 9. Выбор схем и элементной базы.....	17
10 Практическое занятие № 10. Определение режимов работы.....	18
11 Практическое занятие № 11. Экспериментальные исследования	19
12 Практическое занятие № 12. Планирование эксперимента	21
13 Практическое занятие № 13. Степени воздействия помех на величину и характер дефектов.....	22
14 Практическое занятие № 14. Информационные признаки и дефекты при эксперименте.....	23
15 Практическое занятие № 15. Корректировка исследования.....	24
16 Практическое занятие № 16. Проведение исследования	25
17 Практическое занятие № 17. Качество эксперимента	26
Список литературы	28



Введение

Практические занятия по дисциплине «Учебно-исследовательская работа» облегчают восприятие и понимание основных теоретических положений, способствуя их более глубокому усвоению.

Методические рекомендации соответствуют программе курса «Учебно-исследовательская работа». Они служат основой для самостоятельной подготовки и проведения аудиторных практических занятий и предназначены для изучения дисциплины «Учебно-исследовательская работа», в которой рассматриваются вопросы выбора направления научного исследования, систематизации информации и ее классификации, анализа объекта контроля и его дефектов, проведения исследований и качества эксперимента, а также предусматривают изучение теоретического материала по учебной литературе, справочной литературе, веб-страниц сайтов сети Интернет.

Оформление результатов выполнения задания осуществляется в соответствии с действующим положением Белорусско-Российского университета П БРУ 1.014–2017 каждым студентом индивидуально.



1 Практическое занятие № 1. Выбор направления научного исследования

Цель занятия: выбор направления научного исследования.

Задание

Изучить физические явления и процессы, на основе которых строятся научные исследования.

1 Выбор темы научного исследования или определение проблемы. Этот этап зиждется на определении степени изученности проблемы, избираемой в качестве объекта предстоящего исследования, оценке реальных возможностей ее решения и требует четкого уяснения цели и задач научно-исследовательской работы.

2 Составление рабочего плана исследования, в котором должны быть определены основные этапы научно-исследовательской работы и выбраны подлежащие освоению исследовательские методы.

3 Сбор, группировка и предварительная обработка собственных материалов исследования. Данный этап включает сбор и изучение литературы, проведение запланированных исследований (наблюдений) с использованием избранных методов, обработку полученных данных.

4 Анализ и обобщение собранных данных. К этому этапу, считающемуся наиболее ответственным в научном творчестве, обычно относят целенаправленную группировку и сопоставление данных, выявление зависимостей, критическую оценку, подведение итогов проделанной работы в виде логично вытекающих конкретных выводов из полученных материалов.

5 Завершение и оформление исследования, включающее обсуждение результатов научно-исследовательской работы, ознакомление с ними научной общественности, литературное оформление труда, подготовку научных отчетов, статей, книги или диссертации, а также определение направлений продолжения исследований и возможных путей практического использования полученных данных.

2 Практическое занятие № 2. Систематизация информации и ее классификация

Цель занятия: систематизация информации и ее классификация.

Задание

Проанализировать характерные особенности и противоречия для мотивации научного исследования.

При проведении научного исследования возникает проблема обработки значительного объема информации. В процессе анализа должны быть отфильт-

рованы случайности и определены закономерности. Также при обработке данных может оказаться, что их или недостаточно, или они противоречивы и, следовательно, не дают оснований для окончательных выводов. В таком случае исследование необходимо продолжить, внося в него требуемые дополнения. Результатом исследования может стать открытие новых взаимосвязей и законов, что мотивирует дальнейшие исследования.

1 Первичным и важнейшим этапом многих исследований является систематизация информации. Систематизация предполагает приведение информации к определенному виду, позволяющему эффективно её интерпретировать. Обработка информации располагает ее в определенном порядке, что наполняет информацию определенным смыслом и значением. Представление информации в виде различных по форме схем (таблиц) позволяет установить взаимосвязи, а также точнее ориентироваться в многообразии понятий или соответствующих объектов.

Систематизация информации включает:

- методы поиска и накопления информации;
- классификацию и индексирование информации;
- способы доступа к информации;
- способы представления информации;
- обработку запросов на поиск информации.

2 Классификация информации.

Информация подразделяется по форме представления на два вида:

1) дискретная форма представления информации – это последовательность символов, характеризующая прерывистую, изменяющуюся величину (количество дорожно-транспортных происшествий, количество тяжких преступлений и т. п.);

2) аналоговая или непрерывная форма представления информации – это величина, характеризующая процесс, не имеющий перерывов или промежутков (температура тела человека, скорость автомобиля на определенном участке пути и т. п.).

3 По области возникновения выделяют информацию:

- элементарную (механическую), которая отражает процессы, явления неодушевленной природы;
- биологическую, которая отражает процессы животного и растительного мира;
- социальную, которая отражает процессы человеческого общества.

4 По способу передачи и восприятия различают следующие виды информации:

- визуальную, передаваемую видимыми образами и символами;
- аудиальную, передаваемую звуками;
- тактильную, передаваемую ощущениями;
- органолептическую, передаваемую запахами и вкусами;
- машинную, выдаваемую и воспринимаемую средствами вычислительной техники.

5 По способам кодирования выделяют следующие типы информации:

- символную, основанную на использовании символов букв, цифр,



знаков и т. д. Она является наиболее простой, но практически применяется только для передачи несложных сигналов о различных событиях;

– текстовую, основанную на использовании комбинаций символов. Здесь так же, как и в предыдущей форме, используются символы: буквы, цифры, математические знаки;

– графическую, основанную на использовании произвольного сочетания в пространстве графических примитивов. К этой форме относятся фотографии, схемы, чертежи, рисунки, играющие большое значение в деятельности человека.

Свойства информации можно рассматривать в трех аспектах: техническом – это точность, надежность, скорость передачи сигналов и т. д.; семантическом – это передача смысла текста с помощью кодов; прагматическом – это насколько эффективно информация влияет на поведение объекта.

3 Практическое занятие № 3. Анализ объекта контроля

Цель занятия: анализ объекта контроля.

Задание

Изучить объект контроля, его изготовление и определить качество объекта контроля.

1 Объект контроля – то, что контролируется.

2 Высокая техническая культура современного производства немислима без совершенствования методов и средств контроля и диагностирования. Отставание в этой области от общих темпов развития производства приведёт к низкой эффективности эксплуатации, возникновению аварийных ситуаций, росту затрат на ремонт. Поиск новых технических решений, а также совершенствование существующих средств контроля не представляется возможным без создания диагностических моделей технических систем. Система технической диагностики относится к классу информационно-измерительных систем, т. к. здесь обязательно предполагается выполнение измерительных преобразований, совокупность которых составляет базу для логической процедуры диагноза. Ее следует рассматривать как совокупность множества возможных состояний объекта, множества сигналов, несущих информацию о состоянии объекта, и алгоритмы их сопоставления. Объектами технической диагностики являются компоненты, входящие в состав контролируемой системы. Одной из задач технической диагностики является определение работоспособности элемента и локализация неисправностей. Отсюда вытекают основные этапы построения и анализа моделей диагностирования (рисунок 1).

3 Физический анализ объекта контроля, на основе которого выбирается совокупность диагностических признаков и диагностируемых параметров. Оценка информативности диагностируемых параметров и чувствительности реакции диагностических признаков.





Рисунок 1 – Этапы построения диагностических моделей

4 Формирование массива основных диагностических признаков на основе одного из известных методов.

5 Выбор минимальной совокупности диагностических признаков с использованием оптимизационных критериев.

6 Построение области работоспособности в пространстве основных диагностических признаков.

4 Практическое занятие № 4. Анализ дефектов объекта

Цель занятия: анализ дефектов объекта.

Задание

Проанализировать дефекты, возникающие в процессе изготовления и эксплуатации объекта.

1 Термины и определения:

– технический объект: любая функциональная единица (состав вагонов, вагон, система, подсистема, оборудование, устройство, агрегат, сборочная единица, деталь, элемент), которую можно рассматривать самостоятельно;

– несоответствие: отклонение от ожидаемого или установленного требования к техническому объекту, которое является обязательным;

– дефект: несоответствие технического объекта установленным требованиям;

– отказ: событие, заключающееся в потере способности технического объекта выполнить требуемую функцию;

– значимость потенциального дефекта: качественная или количественная оценка предполагаемого ущерба от данного дефекта;

– балл [ранг] значимости: экспертно выставляемая оценка, соответствующая значимости данного дефекта по его возможным последствиям;

- вероятность возникновения дефекта: количественная оценка доли продукции (от общего ее выпуска) с дефектом данного вида; эта доля зависит от предложенной конструкции технического объекта и процесса его производства;

- балл [ранг] возникновения: экспертно выставаемая оценка, соответствующая вероятности возникновения данного дефекта;

- вероятность обнаружения дефекта: количественная оценка доли продукции с потенциальным дефектом данного вида, для которой предусмотрены в технологическом цикле методы контроля и диагностики позволят выявить данный потенциальный дефект или его причину в случае их возникновения;

- балл [ранг] обнаружения: экспертно выставаемая оценка, соответствующая вероятности обнаружения дефекта;

- приоритетное число риска (ПЧР): количественная оценка комплексного риска дефекта, являющаяся произведением баллов значимости, возникновения и обнаружения для данного дефекта.

2 Цели, задачи и принципы проведения FMEA.

FMEA – это формализованная процедура анализа и доработки проектируемого технического объекта, процесса изготовления, правил эксплуатации и хранения, системы технического обслуживания и ремонта данного технического объекта, основанная на выделении возможных (наблюдаемых) дефектов с их последствиями и причинно-следственными связями, обуславливающими их возникновение, и оценки критичности этих дефектов.

Цель применения FMEA – изучение причин и условий возникновения дефектов, их предотвращение или максимальное снижение негативных последствий от возможных дефектов до начала производства технических объектов для повышения качества и сокращения затрат на устранение дефектов на последующих стадиях ЖЦ.

При проведении FMEA, наряду с предложенным вариантом конструкции технического объекта или технологического процесса, рекомендуется анализировать альтернативные варианты технических решений. Эти варианты рассматриваются с целью снижения комплексного риска дефекта по ПЧР, снижения стоимости и повышения эффективности функционирования технического объекта или технологического процесса его изготовления.

3 FMEA конструкции технического объекта.

FMEA конструкции технического объекта представляет собой процедуру анализа первоначально предложенной конструкции технического объекта и доработки этой конструкции в процессе работы соответствующей FMEA-команды. FMEA конструкции технического объекта проводят с учетом технического задания для исключения ошибок как в конструкции самого технического объекта и его элементов, так и соответствующих ошибок в процессах, обусловленных особенностями конструкции.

Данный анализ позволяет предотвратить запуск в производство недостаточно отработанной конструкции технического объекта, помогает ее улучшить и заранее предусмотреть необходимые меры по изменению технологии

изготовления и методов контроля, предупреждая появление или (и) снижая комплексный риск дефекта.

Ключевой вопрос при FMEA конструкции технического объекта: «Как изделие может стать дефектным?», при этом искомые причины (первопричины) – это «слабые» места конструкции.

4 FMEA технологического процесса.

FMEA технологического процесса представляет собой процедуру анализа первоначально разработанного и предложенного технологического процесса и (или) доработки этого технологического процесса в ходе работы соответствующей FMEA-команды.

FMEA технологического процесса позволяет предотвратить внедрение в производство недостаточно отработанных технологических процессов и анализировать все особенности конструкции относительно спланированного технологического процесса.

Ключевой вопрос при FMEA процесса: «Как дефекты в технологическом процессе могут повлиять на продукцию, эффективность процесса или безопасность?».

5 Состав и требования к FMEA-командам.

FMEA-команда представляет собой временный коллектив из специалистов различных служб завода, созданный специально для выполнения FMEA конструкции или технологического процесса изготовления технического объекта. При необходимости в состав FMEA-команды могут приглашаться специалисты других организаций. FMEA-команда включает в себя модератора и группу специалистов.

6 Составляющие оценки видов, последствий и причин возможных видов дефектов.

Для технического объекта и(или) технологического процесса определяют (пользуясь имеющейся информацией и предшествующим опытом) все возможные виды дефектов. Описание каждого вида дефекта заносят в протокол.

Примеры видов дефектов технического объекта: растрескивание, деформация, люфт, течь, прокол, короткое замыкание, окисление, перелом.

Примеры последствий дефектов: шум, неправильная работа, плохой внешний вид, неустойчивость, прерывистая работа, шероховатость, неработоспособность, плохой запах, повреждение управления.

Для каждого потенциального дефекта экспертно определяется ранг значимости «3» при помощи таблицы баллов значимости. Ранг значимости изменяется от 1 балла – для наименее значимых по ущербу дефектов до 10 баллов – для наиболее значимых.

Если последствий несколько и ранги значимости их разные, то для дальнейшего расчёта ПЧР используется один максимальный ранг значимости.

Для каждого дефекта определяют потенциальные причины. Для одного дефекта может быть выявлено несколько потенциальных причин, все они должны быть по возможности полно описаны и рассмотрены отдельно. Примеры причин дефектов: использован другой материал, неадекватное предположение о жизнеспособности конструкции, перегрузка, недостаточные



возможности смазки, неполные инструкции по обслуживанию, слабая защита от неблагоприятных условий среды.

Для дефектов, имеющих несколько причин, определяют, соответственно, несколько ПЧР (ПЧР – параметр риска потребителя). Каждый ПЧР может иметь значения от 1 до 1000 баллов.

В дальнейшем при вычислении ПЧР используют один максимальный балл значимости – S из всех последствий данного дефекта.

Потенциальные причины дефектов. Для одного дефекта может быть выявлено несколько потенциальных причин (использован другой материал, перегрузка, неполные инструкции по обслуживанию, слабая защита от неблагоприятных условий среды). Для каждой потенциальной причины дефекта экспертно определяют балл возникновения – O (параметр частоты возникновения). Балл возникновения изменяется от 1 – для самых редко возникающих дефектов до 10 – для дефектов, возникающих почти всегда.

Для данного дефекта и каждой отдельной причины определяют балл обнаружения – D (параметр вероятности обнаружения) для данного дефекта или его причины в ходе предполагаемого процесса изготовления.

Балл обнаружения изменяется от 10 – для практически не обнаруживаемых дефектов (причин) до 1 – для практически достоверно обнаруживаемых дефектов (причин).

Параметр риска потребителя – ПЧР. После получения экспертных оценок S , O , D вычисляют ПЧР по формуле

$$\text{ПЧР} = S \cdot O \cdot D.$$

Для дефектов, имеющих несколько причин, определяют, соответственно, несколько ПЧР. Каждое ПЧР может иметь значения от 1 до 1000.

Для приоритетного числа риска должна быть заранее установлена критическая граница (ПЧР_{гр}) в пределах от 100 до 125 (ПЧР_{гр} может быть установлена менее 100). Снижение соответствует созданию более высококачественных и надежных объектов и процессов.

Составляют перечень дефектов/причин, для которых значение ПЧР превышает ПЧР_{гр}. Для них следует далее вести доработку конструкции и(или) производственного процесса. При доработке можно снизить частоту возникновения и повысить частоту обнаружения для данного дефекта, но иногда удается снизить и значимость.

Для доработанной конструкции или технологии снова составляют перечень потенциальных дефектов, далее необходимо оценить и записать значения баллов значимости S , возникновения O и обнаружения D для нового предложенного варианта конструкции и(или) производственного процесса, подсчитать значение нового ПЧР. И так до тех пор, пока все ПЧР не станут ниже ПЧР_{гр}.



5 Практическое занятие № 5. Определение возможности моделирования объекта

Цель занятия: определение возможности моделирования объекта.

Задание

Составить схему модели объекта управления. Провести исследования и проанализировать результаты.

1 Необходимым условием физического моделирования является равенство в объекте и его модели, т. е. критериев подобия, представляющих собой определенные безразмерные комбинации различных физических величин, оказывающих влияние на параметры объекта и модели. На практике обеспечить указанное условие в случае равенства нескольких критериев подобия чрезвычайно трудно, если только не делать модель тождественной объекту моделирования. Поэтому используется приближенное физическое моделирование, при котором второстепенные процессы, происходящие в объекте, либо не моделируются совсем, либо моделируются приближенно.

2 Виды моделирования могут применяться самостоятельно или одновременно, в некоторой комбинации. Имитационное моделирование включает в себя концептуальное (на ранних этапах формирования имитационной модели) и логико-математическое (включая методы искусственного интеллекта) моделирование для описания отдельных подсистем модели, а также в процедурах обработки и анализа результатов вычислительного эксперимента и принятия решений.

3 В сложных случаях, когда невозможно составить модели с помощью известных теоретических представлений, получили развитие экспериментальные исследования, названные идентификацией объектов.

6 Практическое занятие № 6. Изучение методов неразрушающего контроля

Цель занятия: изучение методов неразрушающего контроля.

Задание

Выбрать оптимальный метод исследования схем и оптимальный режим контроля.

Общепринятой классификации общенаучных методов и приемов нет; она проводится по самым разным основаниям. Наиболее удачным представляется подход, в соответствии с которым в структуре общенаучных методов и приемов выделяются три уровня («снизу вверх»): эмпирический, теоретический и общелогический.



К основным эмпирическим методам относятся следующие.

1 Наблюдение – целенаправленное изучение предметов, опирающееся в основном на данные органов чувств (ощущения, восприятия, представления). В ходе наблюдения получают знания не только о внешних сторонах объекта познания, но и, в качестве конечной цели, о его существенных свойствах и отношениях.

2 Эксперимент – активное и целенаправленное вмешательство в протекание изучаемого процесса, соответствующее изменение объекта или его воспроизведение в специально созданных и контролируемых условиях.

В эксперименте объект или воспроизводится искусственно, или ставится определенным образом в заданные условия, отвечающие целям исследования. В ходе эксперимента изучаемый объект изолируется от влияния побочных, затемняющих его сущность обстоятельств и представляется в «чистом виде». Конкретные условия эксперимента не только задаются, но и контролируются, модернизируются, неоднократно воспроизводятся. Всякий научный эксперимент всегда направляется какой-либо идеей, концепцией, гипотезой. Данные эксперимента всегда, так или иначе, «теоретически нагружены» – от его постановки до интерпретации результатов. Эксперимент имеет следующие основные особенности:

- более активное (чем при наблюдении) отношение к объекту, вплоть до его изменения и преобразования;
- многократное воспроизведение изучаемого объекта по желанию исследователя;
- возможность обнаружения таких свойств явлений, которые не наблюдаются в естественных условиях;
- возможность рассмотрения явления в «чистом виде» путем изоляции его от усложняющих и маскирующих его ход обстоятельств, а также путем изменения, варьирования условий эксперимента;
- возможность контроля за «поведением» объекта исследования и проверки результатов.

3 Сравнение – познавательная операция, лежащая в основе суждений о сходстве или различии объектов. С помощью сравнения выявляются качественные и количественные характеристики предметов.

Сравнить – значит, сопоставить одно с другим с целью выявления их соотношения. Простейший и важный тип отношений, выявляемых путем сравнения, – это отношения тождества и различия. Сравнение имеет смысл только в совокупности «однородных» предметов, образующих класс. Сравнение предметов в классе осуществляется по признакам, существенным для данного рассмотрения, при этом предметы, сравниваемые по одному признаку, могут быть несравнимы по-другому.

Методы теоретического исследования.

Метод – это способ достижения цели. К основным научным методам теоретического исследования относятся: формализация, аксиоматический метод и гипотетико-дедуктивный.

1 Формализация – отображение содержательного знания в знаковосимво-



лическом виде. Она базируется на различии естественных и искусственных языков. Выражение мышления в естественном языке можно считать первым шагом формализации. Естественные языки как средство общения характеризуются многозначностью, многогранностью, гибкостью, неточностью, образностью и др. Это открытая, непрерывно изменяющаяся система, постоянно приобретающая новые смыслы и значения.

2 Аксиоматический метод – один из способов дедуктивного построения научных теорий, при котором формулируется система основных терминов науки (например, в геометрии Эвклида – это понятия точки, прямой, угла, плоскости и др.).

3 Гипотетико-дедуктивный метод. Его сущность заключается в создании системы дедуктивно связанных между собой гипотез, из которых, в конечном счете, выводятся утверждения об эмпирических фактах.

Общелогические методы и приемы познания.

1 Анализ – разделение объекта на составные части с целью их самостоятельного изучения. Применяется как в реальной (практика), так и в мыслительной деятельности.

2 Синтез – объединение, реальное или мысленное, различных сторон, частей предмета в единое целое. Это органическое целое, т. е. единство многообразного.

3 Абстрагирование. Абстракция – это:

– сторона, момент, часть целого, фрагмент действительности, нечто неразвитое, одностороннее, фрагментарное (абстрактное);

– процесс мысленного отвлечения от ряда свойств и отношений изучаемого явления с одновременным выделением интересующих познающего субъекта в данный момент свойств (абстрагирование);

– результат абстрагирующей деятельности мышления (абстракция в узком смысле).

4 Идеализация чаще всего рассматривается как специфический вид абстрагирования. Идеализация – это мысленное конструирование понятий об объектах, не существующих и не осуществимых в действительности, но таких, для которых имеются прообразы в реальном мире.

5 Обобщение – процесс установления общих свойств и признаков предметов. Оно тесно связано с абстрагированием. Гносеологической основой обобщения являются категории общего и единичного.

6 Индукция – логический прием исследования, связанный с обобщением результатов наблюдений и экспериментов и движением мысли от единичного к общему.

7 Дедукция – это:

– переход в процессе познания от общего к единичному (частному); выведение единичного из общего;

– процесс логического вывода, т. е. перехода по тем или иным правилам логики от некоторых данных предложений – посылок к их следствиям (заключениям).

8 Моделирование. Умозаключения по аналогии, понимаемые предельно широко – как перенос информации об одних объектах на другие, составляют



гносеологическую основу моделирования, метода исследования объектов на их моделях.

9 Системный подход – совокупность общенаучных методологических принципов (требований), в основе которых лежит рассмотрение объектов как систем.

10 Вероятностные (статистические) методы основаны на учете действия множества случайных факторов, которые характеризуются устойчивой частотой. Это и позволяет вскрыть необходимость, которая «пробивается» через совокупное действие множества случайностей.

7 Практическое занятие № 7. Оптимизация и выбор контроля

Цель занятия: оптимизация и выбор контроля.

Задание

Выбрать параметры дефектов электрооборудования.

Выбор оптимального метода контроля электрооборудования необходимо осуществлять исходя из следующих соображений:

- области применения;
- реальных особенностей и условий проведения контроля;
- физических основ метода;
- степени разработки метода;
- технических характеристик аппаратуры;
- чувствительности метода;
- разрешающей способности метода;
- технических условий отбраковки.

Контроль надежности основных рабочих свойств и параметров электрооборудования или отдельных его элементов/узлов требует выведения его из работы либо его демонтажа.

Основным назначением методов контроля и технической диагностики является получение информации в объеме, необходимом для выполнения расчётов ресурса и оценки рисков.

Все методы контроля являются косвенными методами.

Универсального метода контроля, который мог бы обнаруживать разнообразные по характеру дефекты, нет. Каждый отдельно взятый метод контроля решает ограниченный круг задач технического контроля.

Процесс оценки риска остаточного объекта контроля должен сводиться к следующему:

- обнаружению дефектов и определению их параметров;
- обнаружению локальных зон, развивающихся повреждением зон концентрации напряжения;
- оценке скорости и направления развития повреждения на основе выявленного механизма развития поврежденности;

- определению параметров напряженно-деформированного состояния в наиболее опасных зонах концентрации напряжений;
- определению фактических структурно-механических характеристик материала в зонах концентрации напряжений.

8 Практическое занятие № 8. Методики исследования

Цель занятия: методики исследования.

Задание

Разработать методики исследования, алгоритмы, структуры и программу обработки информации.

1 Обработка информации.

Алгоритм, свойства алгоритмов. Способы записи алгоритмов; блок-схемы. Алгоритмические конструкции. Логические значения, операции, выражения. Разбиение задачи на подзадачи, вспомогательный алгоритм.

2 Методические рекомендации.

Осваивая информационные технологии, следует обращать внимание на то, что эти технологии также ориентированы на выполнение хранения, обработки и передачи информации.

Первый тип обработки: обработка, связанная с получением новой информации, нового содержания знаний. К данному типу обработки относится решение математических задач. К этому же типу обработки информации относится решение различных задач путем применения логических рассуждений.

Второй тип обработки: обработка, связанная с изменением формы, но не изменяющая содержания. К этому типу обработки информации относится, например, перевод текста с одного языка на другой: изменяется форма, но должно сохраниться содержание. Важным видом обработки информации является кодирование. Кодирование – это преобразование информации в символическую форму, удобную для ее хранения, передачи, обработки.

Особым видом обработки информации является поиск. Алгоритм поиска зависит от способа организации информации. Если информация структурирована, то поиск осуществляется быстрее, его можно оптимизировать.

3 Методика разработки алгоритмов программ.

Работа по методике начинается с полного уяснения задачи.

Первоначально алгоритм должен представлять одну типовую структуру следования.

При разработке алгоритмов программ входная, промежуточная и выходная информации характеризуются структурой данных. Важным являются порядок размещения значений в массивах, имена и значения констант описания размерностей массива, имена и значения переменных, характеризующие текущие значения используемого размера массива, имя и порядок изменения пере-



менной индекса текущего элемента массива. Форма вводимой и выводимой на экран или печать информации может быть показана макетами экранов или документов.

Обычно разработку алгоритмов программ совмещают с кодированием текста программы. Отдельное от программирования написание алгоритмов практически ничем не отличается от написания инструкций.

Кодирование программы должно осуществляться только с использованием стандартных структур.

9 Практическое занятие № 9. Выбор схем и элементной базы

Цель занятия: выбор схем и элементной базы.

Задание

Выбрать схемы и элементную базу установки для проведения экспериментального исследования, режимов ее работы с учетом правил безопасной эксплуатации и эргономики.

При проведении научного эксперимента важно учитывать не только его практическую составляющую, которая включает в себя проведение эксперимента и получение необходимых результатов, но и безопасность самого процесса. Существует ряд рекомендаций по проведению научного эксперимента.

1 При выборе в качестве элемента установки исследования источников излучения таких, как мощные источники света, в особенности источников, богатых ультрафиолетовыми лучами, надо принять меры к защите глаз, используя очки со стеклами, поглощающими ультрафиолетовые лучи. Следует избегать облучения открытых частей тела, так как при длительном облучении возможны ожоги.

2 При участии горючих и воспламеняющихся элементов в установке во избежание пожара сосуды с огнеопасными жидкостями надо держать от пламени на расстоянии не менее 1 м. Переливать из сосудов в приборы бензин, эфир, спирт и другие легковоспламеняющиеся жидкости нужно над специальным тазом или кюветой, не ближе 3 м от открытого пламени. Разлитый горящий керосин нельзя гасить водой, в этих случаях следует применять огнетушитель. Можно также набросить на горящую жидкость шерстяную тряпку.

3 При участии в эксперименте кислот и щелочей также следует соблюдать меры предосторожности. Кислоты и щелочи оказывают разрушительное действие как на органические вещества, так и на некоторые неорганические. Поэтому обращение с кислотами и щелочами требует большой осторожности и аккуратности. При составлении растворов серной кислоты во избежание сильного нагревания, разбрызгивания кислоты и даже взрыва сосуда с раствором наливают кислоту в воду, а не наоборот.

4 В качестве элемента установки научного эксперимента нередко выступает электрический ток. Поражение людей электрическим током может

произойти как при высоком, так и при низком напряжении. Известны смертельные случаи поражения током низкого напряжения. Объясняется это пренебрежением к технике безопасности, а также ошибочным мнением, что опасно для жизни только высокое напряжение.

Следует иметь в виду, что воздействие электричества на человека определяется не величиной напряжения, а величиной силы тока, проходящего через тело человека. Безопасная величина переменного тока составляет 10 мА, постоянного – 50 мА. В свою очередь величина тока, проходящего через тело человека, определяется величиной напряжения, под которым он находится, и сопротивлением человеческого тела. Сопротивление человеческого тела зависит от многих факторов и колеблется в пределах от 1000 до 100 000 Ом.

Недопустимо применение «жучков» вместо неисправных предохранителей. Нельзя делать различные переключения в собранных схемах под напряжением.

10 Практическое занятие № 10. Определение режимов работы

Цель занятия: определение режимов работы.

Задание

Обосновать режимы работы схемы с учетом правил безопасной эксплуатации и эргономики.

Безопасность технологических процессов определяется безопасностью производственного оборудования, используемых сырья и материалов и технологических операций. Она обеспечивается комплексом проектно-конструкторских и организационно-технических решений, состоящих в рациональном выборе как всего технологического процесса, так и отдельных производственных операций; подборе производственного оборудования и помещений; выборе способов транспортирования и условий хранения исходных сырья и материалов, полуфабрикатов, отходов производства и готовой продукции, средств защиты работающих. Большое значение имеет правильное распределение функций между человеком и оборудованием в целях уменьшения тяжести труда, а также организации профессионального отбора и обучения работающих.

Технологические процессы очень разнообразны, однако имеется ряд общих требований, осуществление которых способствует их безопасности.

К этим требованиям относят:

- устранение непосредственного контакта работающего персонала с вредными исходными материалами, заготовками, веществами, готовой продукцией, отходами и т. д.;
- замена вредных процессов и операций на менее вредные процессы и операции;
- комплексная механизация и автоматизация производственного процесса;



- применение дистанционного управления технологическими процессами;
- герметизация оборудования;
- переход от периодических процессов к непрерывным;
- применение систем контроля и управления технологическими процессами, обеспечивающими защиту работающих и исключение аварийных ситуаций;
- применение средств коллективной защиты работающих;
- удаление и обезвреживание отходов производства;
- обеспечение пожаро- и взрывобезопасности технологических процессов;
- использование рациональной организации труда и отдыха с целью профилактики опасных и вредных психофизиологических производственных факторов (монотонности, гиподинамии и др.).

Основным направлением повышения уровня безопасности технологических процессов является их механизация, автоматизация и дистанционное управление. Автоматизация производственных процессов выдвигает дополнительные требования к охране труда оператора. При управлении технологическими процессами, которое выполняется с пульта управления, не исключены ручные регулировочные и наладочные работы непосредственно на оборудовании. В связи с этим должны применяться блокировки и сигнальные устройства.

Общие требования безопасности следующие:

- безопасность для здоровья и жизни работающих (выбор материала, конструкции, средств защиты, заземление оборудования, устройства для транспортировки и т. д.);
- надежность в эксплуатации (обеспечивается выбором размеров элементов с учетом запаса прочности, крепежных изделий – болтов, заклепок, сварки и т. п.);
- удобство в эксплуатации (выполнение требований эргономики).

Безопасность производственного оборудования обеспечивается правильным выбором режимов работы, кинематических схем, конструктивных решений, параметров рабочих процессов; использованием средств механизации и автоматизации; применением специальных защитных средств; соблюдением эргономических требований; включением специфических требований безопасности в техническую документацию и т. д.

11 Практическое занятие № 11. Экспериментальные исследования

Цель занятия: экспериментальные исследования.

Задание

Провести подготовку к экспериментальным исследованиям.

Получение необходимой измерительной информации с минимальными (или ограниченными) материальными и временными затратами требует внимательного подхода к подготовке и проведению эксперимента при измерении



физических величин.

1 При подготовке к экспериментальному исследованию прежде всего решается вопрос: для чего проводится исследование? Решение этого вопроса оказывает существенное влияние на всю процедуру проведения экспериментального исследования, включающую подготовку, проведение и обработку результатов измерений. В зависимости от цели решаются такие задачи, как что измерять, с какой точностью измерять, как измерять и чем измерять.

2 В первую очередь необходимо составить модель объекта. Если производится измерение напряжения переменного тока, то нужно знать форму кривой этого напряжения, его частоту и диапазон возможных значений. Предварительные сведения об измеряемой величине должны быть известны, т. к. студенту необходимо усвоить соответствующий материал перед проведением эксперимента. Так, измеряя напряжение питающей сети переменного тока, мы знаем, что кривая напряжения должна иметь синусоидальную форму, частоту 50 Гц и возможное значение примерно 220 В.

Правильный выбор модели позволяет верно трактовать результаты измерений и обеспечивает при прочих равных условиях необходимую точность измерений.

3 Следующей задачей, решаемой при подготовке к эксперименту, является обоснование необходимой точности эксперимента. В такой постановке решение этой задачи достаточно сложное, т. к. нужно учитывать поставленные цели, технические возможности, а также экономические и временные затраты. Стремление получить результат с максимально возможной точностью не всегда оправдан на практике. Необоснованный «запас по точности» может сделать эксперимент неоправданным по сложности и стоимости. Иногда допускаемая погрешность, которая должна быть обеспечена в результате эксперимента, задается заранее.

Для обеспечения требуемой точности результатов измерения необходимо учитывать влияние на точность результатов метода измерения, средства измерений, а также внешних факторов.

4 При подготовке к эксперименту должна быть выработана методика проведения эксперимента, определяющая совокупность приемов и способов использования средств измерений, средств вычислений и вспомогательных средств, обеспечивающих получение результата измерений с необходимой точностью.

Важным этапом к подготовке эксперимента является выбор средств измерений, соответствующих принятым моделям и измеряемым величинам. Критерии, по которым выбирают средства измерений, определяются целями и условиями проведения эксперимента. Это могут быть показывающие или регистрирующие приборы, лабораторные или переносные, аналоговые или цифровые, позволяющие вводить информацию в ЭВМ, и т. д.

5 В процессе подготовки студент должен усвоить теоретический материал, относящийся к данному эксперименту, изучить и ясно представлять себе содержание и порядок выполнения работы, знать принципы действия и правила работы с измерительными приборами, методы измерений, особенности конструкции объекта исследования и правила безопасного поведения при



выполнении эксперимента.

12 Практическое занятие № 12. Планирование эксперимента

Цель занятия: планирование эксперимента.

Задание

Провести и организовать эксперимент, проверить рабочую гипотезу и ее варианты.

Планирование эксперимента – комплекс мероприятий, направленных на эффективную постановку опытов. Основная цель планирования эксперимента – достижение максимальной точности измерений при минимальном количестве проведенных опытов и сохранении статистической достоверности результатов.

Планирование эксперимента включает ряд этапов.

1 Установление цели эксперимента (определение характеристик, свойств и т. п.), его вида (определяющие, контрольные, сравнительные, исследовательские).

2 Уточнение условий проведения эксперимента (имеющееся или доступное оборудование, сроки работ, финансовые ресурсы, численность и кадровый состав работников и т. п.). Выбор вида испытаний (нормальные, ускоренные, сокращенные в условиях лаборатории, на стенде, полигонные, натурные или эксплуатационные).

3 Выявление и выбор входных и выходных параметров на основе сбора и анализа предварительной информации. Входные параметры могут быть детерминированными, т. е. регистрируемыми и управляемыми (зависимыми от наблюдателя), и случайными, то есть регистрируемыми, но неуправляемыми.

4 Установление необходимой точности результатов измерений (выходных параметров), области возможного изменения входных параметров, уточнение видов воздействий.

Точность экспериментальных данных существенно зависит от числа испытаний. Чем испытаний больше, тем выше достоверность результатов.

5 Составление плана и проведение эксперимента – количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных. Порядок проведения испытаний важен, если входные параметры при исследовании одного и того же объекта в течение одного опыта принимают разные значения, а также в процессе поисковых исследований в зависимости от выбранной последовательности действий.

6 Статистическая обработка результатов эксперимента, построение математической модели поведения исследуемых характеристик. Необходимость обработки результатов вызвана тем, что выборочный анализ отдельных данных, вне связи с остальными результатами, может не только снизить ценность практических рекомендаций, но и привести к ошибочным выводам.

Обработка результатов включает:

– определение доверительного интервала среднего значения и дисперсии величин выходных параметров;



– проверку на отсутствие ошибочных значений с целью исключения сомнительных результатов из дальнейшего анализа;

– проверку соответствия опытных данных ранее априорно введенному закону распределения. В зависимости от этого подтверждаются выбранный план эксперимента и методы обработки результатов, уточняется выбор математической модели.

Построение математической модели выполняется в случаях, когда должны быть получены количественные характеристики взаимосвязанных входных и выходных исследуемых параметров. При обработке или использовании экспериментальных данных применяют методы линейной и нелинейной (полиномиальной) интерполяции (определение промежуточных значений) и экстраполяции (определение значений, лежащих вне интервала изменения данных).

7 Объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций по их использованию, уточнению методики проведения эксперимента. Снижение трудоемкости и сокращение сроков испытаний достигается применением автоматизированных экспериментальных комплексов.

13 Практическое занятие № 13. Степени воздействия помех на величину и характер дефектов

Цель занятия: степени воздействия помех на величину и характер дефектов.

Задание

Установить характер и степень воздействия различных помех и возмущений на величину и характер информационных признаков о дефектах.

Характер и степень воздействия помех на электротехнические устройства зависит от отношения мощности помехи к мощности сигнала на входе устройства, от вида сигнала и вида помехи, от степени совмещения по частоте, сигнала и помехи. Чем больше мощность помехи по отношению к мощности сигнала, тем в большей степени искажает помеха полезный сигнал.

1 Для выбора оптимального вида радиопомех требуется их количественная оценка, позволяющая определять необходимый уровень радиопомех данного вида, при котором достигается надежное нарушение работы определенного электротехнического устройства.

2 Качество информационной системы связано с дефектами, заложенными на этапе проектирования и проявляющимися в процессе эксплуатации. Любые свойства информационной системы, в том числе и дефектологические, могут проявляться лишь во взаимодействии с внешней средой, включающей технические средства, персонал, информационное и программное окружение.

3 Оценка качества информационной системы является крайне сложной задачей ввиду многообразия интересов пользователей. Поэтому невозможно предложить одну универсальную меру качества и приходится использовать ряд характеристик, охватывающих весь спектр предъявляемых требований.

Наиболее близки к задачам оценки качества информационной системы модели программного обеспечения, являющегося одной из важных составных частей информационной системы.

14 Практическое занятие № 14. Информационные признаки и дефекты при эксперименте

Цель занятия: информационные признаки и дефекты при эксперименте.

Задание

Оценить влияние характера информационных признаков и дефектов на проведение эксперимента.

Наиболее важной составной частью научных исследований являются эксперименты. Это один из основных способов получить новые научные знания. Более 2/3 всех трудовых ресурсов науки затрачивается на эксперименты. 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.

1 Необходимо разработать методологию эксперимента. Методология эксперимента включает этапы:

- разработку плана (программы эксперимента);
- оценку измерения и выбор средств для проведения эксперимента;
- математическое планирование эксперимента с одновременным проведением экспериментального исследования, обработкой и анализом полученных данных.

2 Анализ эксперимента, на основе которого делают вывод о подтверждении гипотезы научного исследования.

При обработке результатов измерений и наблюдений широко используют методы графического изображения. Графическое изображение дает наиболее наглядное представление о результатах экспериментов, позволяет лучше понять физическую сущность исследуемого процесса, выявить общий характер функциональной зависимости изучаемых переменных величин, установить наличие максимума или минимума функции.



15 Практическое занятие № 15. Корректировка исследования

Цель занятия: корректировка исследования.

Задание

Провести корректировку программы и методики экспериментального исследования.

При проведении эксперимента исследователь прибегает к методам эмпирического исследования:

- наблюдению, основанному на целенаправленном восприятии явлений (причем исследователю на основе имеющихся у него знаний известно, что и как наблюдать);
- описанию, основанному на фиксации сведений, полученных на базе наблюдений;
- измерению, заключающемуся в сравнении объектов по каким-либо сходным свойствам, признакам с эталоном и установлении количественных характеристик.

Для получения надёжных и достоверных результатов экспериментальных исследований необходимо осуществить следующее.

- 1 Анализ характеристик исследуемого объекта во всем многообразии свойств.
- 2 Разработку программы экспериментальных исследований.
- 3 Обоснование выбора количественных параметров.
- 4 Определение всех факторов, влияющих на выбранные параметры.
- 5 Рассмотрение причинно-следственных связей между параметрами оценки свойств объекта и выявленными факторами.
- 6 Распределение факторов по степени их влияния на параметры оценки свойств объекта и выделение из них основных.
- 7 Определение рациональных интервалов варьирования выделенных факторов для установления соответствующих закономерностей, предусмотренных программой исследований.
- 8 Фиксирование остальных факторов на определённых уровнях варьирования.
- 9 Разработку конструктивно-технологических схем опытно- экспериментальных установок или стендов, обеспечивающих реализацию намеченной программы исследований.
- 10 Изучение возможностей моделирования объекта.
- 11 Подбор соответствующей существующей или разработанной измерительной аппаратуры.
- 12 Разработку методики обработки первичной документации: журналов наблюдений, протоколов или актов исследований с обеспечением требований надёжности, точности и достоверности результатов эксперимента.

Этапы эксперимента:

- 1) диагностический: выявление и обоснование актуальности эксперимента;
- 2) прогностический: разработка развёрнутой программы эксперимента, постановка цели исследования, конструирование модели новой технологии,



формирование рабочей гипотезы, прогнозирование ожидаемых результатов, а также возможных последствий;

3) организационный: подготовка материальной базы эксперимента;

4) практический: реализация новых технологий, отслеживание процесса промежуточных результатов, корректировка испытываемой технологии;

5) обобщающий: обработка данных, соотнесение результатов эксперимента с поставленными целями, анализ полученных данных, корректировка гипотезы и новой технологии в соответствии с результатами, оформление и описание хода и результатов эксперимента;

6) внедренческий: распространение новой методики, направленная организация опыта по ее реализации.

16 Практическое занятие № 16. Проведение исследования

Цель занятия: проведение исследования.

Задание

Провести экспериментальные исследования и обработать полученные результаты; выявить соответствия и степени расхождения экспериментальных и теоретических данных.

Организация и проведение экспериментального исследования.

1 Методы, применяемые для получения нужного материала: условно разделяются на активные и пассивные. К активным относятся лабораторный эксперимент и его различные модификации. К пассивным – наблюдение, метод анализа продуктов деятельности, измерение и корреляционные исследования, метод сбора информации и т. д.

2 Существует еще один важный критерий (он разделяет методы организации исследования на две большие группы) – критерий соответствия метода признакам идеального исследования, как он понимается в современной методологии науки.

По данному критерию различаются методы организации исследования:

– экспериментальное исследование, систематическое наблюдение или корреляционное исследование;

– естественный эксперимент и наблюдение. Они применяются для выявления особенностей «поведения» системы;

– квазиэксперимент. «Промежуточный» между естественными методами проведения исследования и методами, где применяется строгий контроль переменных.

3 По формальным основаниям выделяется несколько типов экспериментального исследования.

Различают исследовательский (поисковый) и подтверждающий эксперимент. Различие их обусловлено уровнем разработанности проблемы и наличием знаний о связи зависимой и независимой переменных.

Поисковый эксперимент проводится тогда, когда неизвестно, существует ли причинная связь между независимой и зависимой переменными. Поэтому поисковое исследование направлено на проверку гипотезы о наличии или отсутствии причинной зависимости между переменными А и В.

Алгоритм исследования в целом выглядит так:

- выдвигается гипотеза о качественной причинной связи А и В;
- проводится поисковый эксперимент;
- в случае неподтверждения гипотезы выдвигается другая более качественная гипотеза и проводится новый поисковый эксперимент; если же качественная гипотеза подтверждается, выдвигается количественная функциональная гипотеза;
- проводится подтверждающий эксперимент;
- принимается (или отвергается) и уточняется гипотеза о виде связи между переменными (выявляются соответствия между теоретическими и экспериментальными данными, осуществляется уточнение функциональной или иной другой зависимости, выясняется, за счет чего появляются расхождения в экспериментальных и теоретических показаниях, стараясь эти расхождения минимизировать).

17 Практическое занятие № 17. Качество эксперимента

Цель занятия: качество эксперимента.

Задание

Оценить качество эксперимента и сформулировать предложения о причинах несоответствия. Оценить физические и математические обоснования расхождений. Сформулировать подходы к корректировке математических моделей и рабочей гипотезы, сделать выводы.

1 Определение данных из эксперимента в соответствии с выбранным методом измерения.

Метод измерения – прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.

Различают основные методы измерений: непосредственной оценки, сравнения с мерой, дифференциальный, нулевой, контактный и бесконтактный.

2 Анализ точности результатов измерений.

Точность результата измерения – характеристика качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности его результата. Эти погрешности являются следствием многих причин: несовершенства средств измерений, метода измерений, опыта оператора, недостаточной тщательности проведения измерения, воздействия внешних условий и т. д. Для уменьшения погрешностей необходимо устранить или уменьшить влияние каждой из причин их появления. Точность измерений обычно характеризуется погрешностью измерения.



Считается, что чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

3 Определение погрешности эксперимента.

Источниками появления погрешностей при измерениях могут служить различные факторы, основными из которых являются несовершенство конструкции средств измерений или принципиальной схемы метода измерения, неточность изготовления средств измерений, несоблюдение внешних условий при измерениях, субъективные погрешности и т. п.

К группе погрешностей, вызванных несовершенством конструкции средств измерения, можно отнести погрешности измерения, вызванные измерительным усилием при контактных измерениях.

4 Классификация погрешностей измерения.

Погрешности, возникающие в процессе измерений, можно разделить на систематические и случайные.

К систематическим погрешностям относят составляющую погрешности измерений, которая остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины.

К случайным погрешностям измерения относят составляющие погрешности измерений, которые изменяются случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

В отличие от систематических погрешностей случайные погрешности нельзя устранить заранее. Однако уточнить результат измерения можно за счет проведения повторных измерений, т. е. найти значение измеряемой величины, более близкое к истинному, чем результат одного измерения.

5 Прогрессивные погрешности – погрешности, которые в процессе измерений возрастают или убывают. К таким погрешностям можно отнести, например, погрешности, возникающие вследствие износа контактирующих деталей средств измерения, постепенное падение напряжения источника тока, питающего измерительную цепь, и т. п.

6 Анализ причин появления погрешностей измерений и выбор способов их обнаружения и уменьшения.

Анализ причин появления погрешностей измерений, выбор способов их обнаружения и уменьшения являются основными этапами процесса измерений.

К основным методам повышения точности измерений относятся:

- метод инвертирования. Используется для устранения ряда постоянных и медленно изменяющихся систематических погрешностей;

- метод модуляции – метод, в котором производится периодическое инвертирование входного сигнала и подавление помехи, имеющей однонаправленное действие;

- метод исключения погрешности по знаку;

- метод замещения – наиболее универсальный метод, который дает возможность устранить большинство систематических погрешностей;

- метод эталонных сигналов. Заключается в сравнении эталонного сигнала и измеряемой величины;

- тестовый метод – значение измеряемой величины определяется по результатам нескольких наблюдений, при которых в одном случае входным



сигналом является сама измеряемая величина, а в других – так называемые тесты, являющиеся функциями измеряемой величины;

– метод вспомогательных измерений. Используется для исключения погрешностей из-за влияющих величин и неинформативных параметров входного сигнала;

– метод симметричных наблюдений. Заключается в проведении многократных наблюдений через равные промежутки времени и усреднении результатов наблюдений, симметрично расположенных относительно среднего наблюдения.

Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе:

- MATLAB – расчет переходных процессов линейной и нелинейной САР;
- MATLAB – моделирование линейной САР;
- Mathcad – расчет корней характеристического уравнения;
- Mathcad – расчет частотных характеристик САР.

Список литературы

1 **Киреева, Э. А.** Полный справочник по электрооборудованию (с примерами расчетов) / Э. А. Киреева, С. Н. Шерстнев ; под общ. ред. С. Н. Шерстнева. – Москва : Кнорус, 2012. – 864 с.

2 **Крутов, В. И.** Основы научных исследований : учебник / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов ; под ред. В. И. Крутова, В. В. Попова. – Москва : Высшая школа, 1989. – 400 с.

3 **Тимофеев, Ю. Л.** Электрооборудование автомобилей. Устранение и предупреждение неисправностей / Ю. Л. Тимофеев, Г. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. – Москва : Транспорт, 2000. – 301 с. : ил.

4 **Соснин, Д. А.** Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей : учебное пособие / Д. А. Соснин. – Москва : СОЛОН-Р, 2001. – 272 с.

5 **Соснин, Д. А.** Новейшие автомобильные электронные системы : учебное пособие для специалистов по ремонту автомобилей, студентов и преподавателей вузов и колледжей (серия «Библиотека студента») / Д. А. Соснин, В. Ф. Яковлев. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с. : ил.

6 **Фесенко, М. Н.** Теория, конструкция и расчет автотракторного электрооборудования : учебник для машиностроительных техникумов по специальности «Электрооборудование автомобилей и тракторов» / М. Н. Фесенко, Л. В. Копылова, В. И. Коротков ; под общ. ред. М. Н. Фесенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1992. – 384 с.

7 **Ивоботенко, Б. А.** Планирование эксперимента в электромеханике / Б. А. Ивоботенко, Н. Ф. Ильинский, И. П. Копылов. – Москва : Энергия, 1975. – 184 с.

8 **Шкляр, М. Ф.** Основы научных исследований : учебное пособие / М. Ф. Шкляр. – 2-е изд. – Москва : Дашков и К, 2009. – 244 с.



9 **Пиотровский, Л. М.** Электрические машины : учебник / Л. М. Пиотровский. – 7-е изд., стереотип. – Ленинград : Энергия, 1975. – 504 с.

10 **Сазонов, А. А.** Микроэлектронные устройства автоматики : учебное пособие / А. А. Сазонов, А. Ю. Лукичев, В. Т. Николаев ; под ред. А. А. Сазонова. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 384 с.

