

2961



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(МИИТ)**

**Кафедра
«Электротехника, метрология и
электроэнергетика»**

Н.А. Рубичев

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

**Методические указания по выполнению
курсовых работ**

Москва - 2009

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(МИИТ)

Кафедра
«Электротехника, метрология и
электроэнергетика»

Н.А. Рубичев

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Рекомендовано
редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний
для студентов специальности
«Метрология и метрологическое обеспечение»

Москва - 2009

УДК 621.3.083.92

Р 82

Рубичев Н.А. Измерительные информационные системы.
Методические указания по выполнению курсовых работ.
- М.: МИИТ, 2009. – 17 с.

Приведены указания по выполнению курсовых работ по дисциплине «Измерительные информационные системы», содержание, перечень тем курсовых работ и общие требования к содержанию различных разделов.

© Московский государственный
университет путей сообщения
(МИИТ), 2009.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.	3
1. Темы курсовых работ и общие требования к формулировке решаемой задачи.	5
2. Выбор структуры и элементов ИИС.	8
3. Разработка алгоритмов сбора и обработки измерительной информации.	12
4. Анализ достоверности получаемых результатов.	15
Литература.	17

.....

ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения курсовой работы является закрепление теоретических знаний, получаемых в курсе лекций по дисциплине «Измерительные информационные системы» (ИИС) [1], и приобретение навыков применения этих знаний к решению конкретных практических задач по разработке ИИС.

ИИС, являются наиболее сложными и современными средствами измерений. Они представляет собою единство аппаратных средств, которые включают в себя средства измерений и средства вычислительной техники, и программно-математического обеспечения, в состав которого входят алгоритмы сбора и обработки измерительной информации и программы, реализующие эти алгоритмы. При выполнении курсовой работы студенты должны продемонстрировать свое знакомство с обоими аспектами. Поэтому, кроме теоретических сведений по ИИС, потребуются также знания, полученные по другим ранее изучавшимся дисципли-

линам: «Физические основы измерений», «Общая теория измерений», «Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов», «Программные статистические комплексы». При разработке алгоритмов обработки измерительной информации потребуются знания по высшей математике и информатике.

Работа должна содержать пять обязательные разделы, освещающих следующие вопросы:

1) Формулировка решаемой измерительной задачи, вытекающая из темы курсовой работы.

2) Разработка структуры ИИС, выбор вариантов аппаратной реализации отдельных элементов и, при необходимости, расчет параметров этих элементов, формулирование требований к базирующему устройству, если оно необходимо.

3) Разработка алгоритмов сбора и обработки измерительной информации и выбор способа программирования этих алгоритмов.

4) Анализ достоверности результатов решения поставленной задачи в соответствии с заданным критерием.

5) Список использованной литературы, включая названия материалов, полученных по Интернету, с обязательными ссылками в тексте на каждую позицию списка.

Могут быть включены дополнительные разделы по анализу свойств исследуемого объекта и методов его описания, по сравнительному анализу различных вариантов аппаратных средств и алгоритмов обработки, возможные варианты расширения номенклатуры задач, решаемых на базе выбранных аппаратных средств и т.д.

Результаты работы излагаются в пояснительной записке объемом 8...10 стр. машинописного текста через полтора интервала с размером шрифта 14, включая схемы,

расчеты и алгоритмы. При изложении материала следует избегать общих формулировок и общеизвестных теоретических положений. Необходимо приводить только конкретный материал, непосредственно относящийся к теме работы. Подробное описание отдельных технических средств можно вынести в приложение, объем которого не входит в объем основного содержания.

1. ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ И 2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМУЛИРОВКЕ РЕШАЕМОЙ ЗАДАЧИ

Тема работы выбирается студентом по согласованию с преподавателем из следующего перечня.

1. Исследование формы напряжения питающей сети переменного тока.
2. Контроль электрической энергии, потребляемой цехом и его участками, и диагностика превышения допускаемого значения.
3. Идентификация математической модели зависимости удельного сопротивления материала от температуры.
4. Контроль температурного режима в различных точках помещения.
5. Контроль температурного режима на различных этапах техпроцесса и формирование управляющих команд.
6. Измерение несоосности двух цилиндрической поверхностей детали.
7. Контроль отклонений от цилиндричности поверхности детали.
8. Измерение и контроль деформаций и механических напряжений элементов механизма.

9. Измерение механических нагрузок несущих строительных конструкций.
10. Диагностика виброшумов редуктора.
11. Исследование спектрально корреляционных характеристик вибраций механизма.
12. Измерение массы движущегося вагона.
13. Измерение массы тела, размещенного на платформе, опирающейся на несколько опор.
14. Распознавание круглой и квадратной деталей.
15. Распознавание прямоугольного и треугольного импульсов.
16. Измерение математического ожидания, дисперсии и корреляционной функции акустического сигнала.
17. Диагностика превышения общего акустического шума при нескольких пространственно разнесенных источниках.
18. Диагностика превышения общего акустического шума при нескольких источниках шума с различными энергетическими спектрами.
19. Исследование взаимной корреляционной функции двух электрических шумовых сигналов.

По желанию студента и по согласованию с преподавателем может быть выбрана тема вне этого списка. Предпочтение будет отдаваться темам, связанным с практической работой студента.

Приведенные выше темы различны по характеру решаемых задач. Поэтому содержание курсовых работ также будет существенно различным. С учетом этого ниже даются самые общие указания по выполнению работы. При этом для каждой конкретной темы не все излагаемые ниже требования будут обязательными. Обязательным для всех ра-

бот будет приведенный во введении перечень разделов. Специфика каждой темы будет учитываться при индивидуальной работе руководителя со студентом.

После выбора темы при формулировании решаемой задачи обязательно указывается, к какому классу по функциональному назначению [1] относится разрабатываемая ИИС.

В рамках выбранной темы с преподавателем согласовываются конкретные исходные технические требования, необходимые для постановки измерительной задачи. Эти требования задаются в виде номенклатуры величин и числовых значений или интервалов этих величин. Обязательно должны указываться следующие данные:

- свойства исследуемого объекта и используемые для его описания физические величины,
- априорная информация о характере изменения этих величин и возможных состояниях исследуемого объекта,
- число точек наблюдения, определяющее число измерительных каналов,
- условия функционирования исследуемого объекта,
- условия эксплуатации разрабатываемой ИИС (Для пространственно распределенных ИИС условия эксплуатации могут быть различными для различных элементов.),
- диапазоны изменений исследуемых физических величин и диапазоны измерения величин, являющихся целью измерения,
- показатели достоверности получаемых результатов и их предельно допускаемые значения,
- критерии отличия экспериментальных данных от используемых математических моделей и т.д.

На основании этих исходных требований в первом разделе работы приводится развернутая формулировка за-

зачи. решаемой с помощью ИИС, содержащая все необходимые исходные данные для выбора структуры ИИС, ее элементов и алгоритмов обработки информации. При обнаружении на последующих этапах неполноты этих данных следует вернуться к этому разделу и ввести необходимые дополнения.

2. ВЫБОР СТРУКТУРЫ И ЭЛЕМЕНТОВ ИИС

Студент, выполняющий работу по одной из тем приведенного выше списка, должен выбрать структуру ИИС, обязательными элементами которой являются персональная ЭВМ и плата сопряжения L-154. Эта плата имеет 16 дифференциальных аналоговых входов или 32 недифференциальных, и обеспечивает сопряжение аналоговых сигналов с ЭВМ (Возможно использование и других плат сопряжения.).

С учетом этого обобщенная структурная схема разрабатываемой ИИС приведена на рис.1.

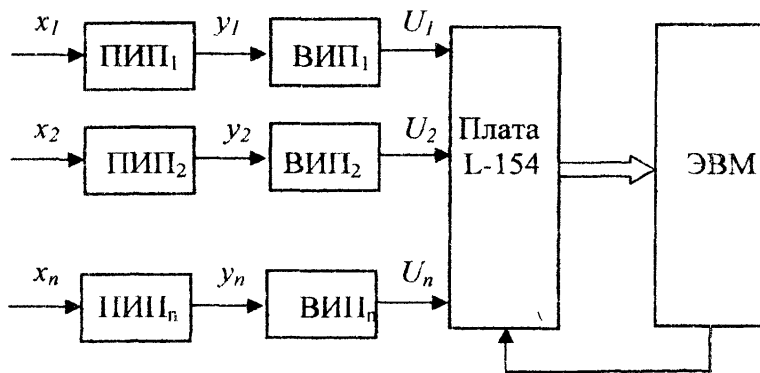


Рис. 1.

В соответствии с этой структурной схемой исследуемые физические величины x_1, x_n первичными измерительными преобразователями (ПИП) преобразуются в электрические величины y_1, \dots, y_n , которые вторичными измерительными преобразователями (ВИП) преобразуются в напряжения U_1, \dots, U_n . Номенклатура исследуемых величин определяется видом исследуемого объекта и целью решаемой задачи, то есть темой работы. В рамках каждой задачи эти величины могут быть как одинаковыми (например, при диагностике акустических шумов), так и различными (например, при исследовании зависимости сопротивления материала от температуры).

Напряжения с вторичных преобразователей поступают на входы платы L-154, которая размещается в системном блоке ЭВМ. Описание платы приведено в [2]. Эта плата использовалась студентами на лабораторных работах по ИИС [3]. Подробную информацию об этой и других платах сопряжения можно найти на сайте www.lcard.ru.

Плата L-154, функционирующая в мультиплексном режиме, обеспечивает аналого-цифровое преобразование сигналов всех измерительных каналов. Полученные коды поступают в ЭВМ. Период опроса и число отсчетов измерительных каналов задаются программно ЭВМ. Цена младшего разряда аналого-цифрового преобразователя (АЦП), определяющая диапазон преобразуемых напряжений, задается на плате аппаратно.

Таким образом, измерительный канал (ИК) для каждой физической величины содержит:

- индивидуальные для каждого ИК первичные преобразователи, которые могут быть одинаковыми или разными для разных каналов,

- индивидуальные для каждого ИК вторичные преобразователи, которые также могут быть одного типа для разных каналов,

- общие для всех каналов усилитель и АЦП платы L-154.

В структурной схеме на рис. 1 не указано базирующее устройство. Для большинства тем, приведенных в предыдущем разделе, оно оказывается простейшим приспособлением для закрепления датчиков. Однако в некоторых темах, например, при исследовании зависимости сопротивления материала от температуры, оно может оказаться довольно сложным и, возможно, управляемым ЭВМ. Поэтому краткие технические требования к базирующему устройству обязательно должны содержаться в работе.

Если тема курсовой работы предложена студентом, то структура ИИС, в принципе может быть иной. Однако в любом случае выбор первичных и вторичных преобразователей, а также разработка алгоритмов должны выполняться в соответствии с приводимыми ниже указаниями.

Первичные измерительные преобразователи (датчики) выбираются, исходя из вида преобразуемых величин x . Физические и конструктивные принципы построения датчиков достаточно подробно описаны, например, в [4, 5]. ВИП выбираются с учетом принципа работы выбранного ПИП и вида его выходной величины. Сведения о ВИП также приведены в [4, 5].

Как отмечалось в теоретическом курсе, при проектировании ИИС используется системно-агрегатный принцип построения, при котором в качестве элементов ИИС используются серийно выпускаемые устройства, выбираемые с учетом их характеристик из каталогов производителей. Поэтому при создании новой ИИС нет необходимости проек-

тировать новые первичные и вторичные преобразователи. Всегда можно найти серийно выпускаемые с необходимыми характеристиками.

После выбора преобразователей в процессе проектировании ИИС необходимо лишь согласовать параметры различных элементов. В рамках курсовой работы это согласование заключается в том, что параметры ВИП (коэффициенты усиления, величина питающего напряжения и сопротивления плеч мостов, частота и напряжение питающих генераторов и др.) должны быть рассчитаны таким образом, чтобы напряжение, поступающее на вход платы L-154, соответствовало выбранному уровню. При этом должен производиться расчет только тех показателей, которые существенно влияют на метрологические характеристики ИК. Например, при расчете усилителя достаточно рассчитать сопротивления резисторов в цепях подачи сигнала и обратной связи, и нет необходимости рассчитывать величину тока, потребляемого от источника питания.

Выбор конкретного типа ПИП и ознакомление с его характеристиками целесообразно проводить через Интернет. При этом следует иметь в виду, что многие серийно выпускаемые ПИП включают в свой состав и вторичные преобразователи, а иногда и АЦП. В этих случаях необходимость выбора и расчета вторичного преобразователя или отсутствует, или может потребоваться только усиление сигнала для согласования его с платой L-154.

При выборе измерительных преобразователей необходимо учитывать не только их метрологические характеристики, но и условия эксплуатации, которые должны соответствовать свойствам исследуемого объекта и условиями эксплуатации ИИС..

Желательно, чтобы были рассмотрены различные варианты ПИП и ВИП и приведено обоснование выбранного варианта.

С учетом изложенного во втором разделе необходимо привести следующие результаты.

1) Выбранную структурную схему ИИС, конкретизирующую обобщенную схему на рис.1.

2) Типы выбранных первичных и вторичных преобразователей с указанием их характеристик и, при необходимости, краткие технические требования к базирующему устройству.

3) Расчет параметров ВИП, если это необходимо.

4) Схему соединения первичных и вторичных преобразователей и платы L-154.

3. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Алгоритм сбора измерительной информации должен обеспечивать получение заданного числа отсчетов, снимаемых с каждого ИК, и интервалы времени между ними. Как уже отмечалось, эти параметры вводятся в плату L-154.программно.

Алгоритмы обработки измерительной информации должны содержать алгоритмы первичной обработки и алгоритмы вторичной обработки.

Алгоритмы первичной обработки могут включать в себя усреднение отсчетов, линеаризацию функции преобразования ИК, приведение отсчетов к одному моменту времени и др. Алгоритмы сбора и первичной обработки взаимосвязаны. Типовые алгоритмы первичной обработки кратко рассмотрены в [1].

Алгоритмы вторичной обработки, имеют целью получение окончательного результата: результата измерения некоторых величин (функционалов, параметров, показателей отклонения формы), решения о годности или негодности контролируемого объекта, результат распознавания, признание модели адекватной или неадекватной исследуемому объекту и др. Вид этого алгоритма определяется решаемой задачей или, что то же самое, функциональным назначением ИИС. Общие подходы к построению алгоритмов для ИИС различного назначения также приведены в [1].

При выборе алгоритмов первичной и вторичной обработки может потребоваться уточнение априорной информации об исследуемом объекте: скорости изменения измеряемых величин, их спектральный состав, априорные вероятности и др.

Для некоторых задач, в частности, при измерении параметров функциональной модели, идентификации математических моделей, распознавания образов и др., алгоритмы вторичной обработки, наряду с используемыми математическими моделями, определяются видом критерия отличия исходных данных и математических моделей, показателями достоверности принимаемых решений и т.д., которые должны быть указаны при постановке задачи.

В большинстве случаев при разработке алгоритмов вторичной обработки необходимо учитывать дискретизацию исходных данных. В результате этого интегралы приближенно заменяются суммами, экстремальные значения определяются по дискретным отсчетам и т.д. Поэтому, учитывая исходные данные о свойствах исследуемого объекта и скоростях изменения регистрируемых величин, необходимо оптимизировать алгоритмы обработки дискретных данных.

Характерной особенностью этого раздела является то, что приводятся не результаты конкретных расчетов, к чему привыкли студенты при выполнении других заданий, а алгоритмы, в соответствии с которыми проводится обработка экспериментальных данных, конкретные значения которых, естественно, не могут быть известны при разработке. В то же время для всех параметров алгоритмов (число слагаемых, коэффициенты, пороговые значения и др.) должны быть указаны конкретные значения, или должна быть предусмотрена возможность их ввода перед началом сбора данных. Например, формула для оценки математического ожидания в виде среднего арифметического не будет содержать конкретных значений слагаемых, но обязательно должно быть указано число слагаемых.

В рамках данной курсовой работы не предусматривается разработка программ, реализующих разработанные алгоритмы. Однако должны быть выбраны языки программирования, с использованием которых могут быть написаны программы.

Таким образом, третий раздел должен содержать:

- параметры алгоритма сбора исходной измерительной информации,
- формулы, описывающие алгоритмы первичной обработки, если она необходима, с обязательным указанием конкретных значений всех параметров,
- формулы, описывающие алгоритмы вторичной обработки с обязательным указанием конкретных значений всех параметров,
- языки программирования, которые могут использоваться при реализации перечисленных выше алгоритмов.

4. АНАЛИЗ ДОСТОВЕРНОСТИ ПОЛУЧАЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Показатели достоверности получаемых результатов (абсолютная или относительная погрешность измерения, вероятности ошибочных решений и др.) и их предельные значения задаются при постановке задачи. Общие подходы к расчету этих показателей, изложенные в теоретическом курсе [1], должны быть применены к конкретным задачам.

При оценке достоверности получаемых результатов необходимо учитывать следующие факторы:

- 1) Аппаратные погрешности ИК, приводящие к аппаратным погрешностям ИИС.
- 2) Отличие выбранных алгоритмов вторичной обработки от идеальных, приводящее к методическим погрешностям.
- 3) Дискретизацию исходных данных, приводящую к специфической методической погрешности.

Из рассмотрения исключена неопределенность измерения параметров из-за неадекватности используемой математической модели, поскольку она может быть определена только на основе экспериментальных данных, полученных на реальном объекте.

Погрешность вычислений в ЭВМ не учитывается, поскольку она может быть на порядки меньше значений, представляющих практический интерес. То же относится и к погрешности за счет дискретизации по уровню в АЦП, хотя она и выше погрешности вычислений.

Для анализа достоверности используются два основных метода: аналитический и математическое или физическое моделирование.

Первый метод применим в тех случаях, когда имеется исчерпывающее описание погрешностей ИК, хотя и в

этом случае для получения числовых результатов приходится производить приближенные вычисления с помощью ЭВМ. Однако это исчерпывающее описание в документации на измерительные преобразователи, как правило, отсутствует. В частности, не всегда имеются данные о разделении полной погрешности на случайную и систематическую. Еще реже имеется информация о спектрально-корреляционных свойствах случайной погрешности. Поэтому аналитически оценку достоверности удастся провести, ориентируясь на наихудший случай, а более детальный анализ возможен путем проведения дополнительных исследований метрологических характеристик ИК с последующим математическим моделированием.

При анализе достоверности получаемых результатов, в особенности при анализе неопределенности измерений, обязательно должен учитываться дискретизация исходных данных при сборе информации с ИК. Особое внимание этому вопросу следует уделить в случаях, когда шаг дискретизации не может быть уменьшен, поскольку он обусловлен или свойствами исследуемого объекта или аппаратными ограничениями. Хотя имеются задачи, например, исследование формы напряжения питающей сети или вероятностных характеристик акустических сигналов, когда практически шаг дискретизации может быть сделан сколь угодно малым и возникающей при этом погрешностью можно пренебречь.

Полученные оценки достоверности не должны превышать предельных значений, если они заданы при постановке задачи. Из этого следует, что по результатам анализа достоверности может потребоваться корректировка результатов предыдущих этапов (выбор преобразователей и разработка алгоритма).

Таким образом в четвертом разделе пояснительной записки должны быть приведены оценки достоверности получаемых результатов, ориентируясь на наихудший случай, с учетом данных с погрешностях измерительных преобразователей и выбранных алгоритмов обработки, а также описаны процедуры моделирования для уточнения этих оценок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубичев Н.А. Измерительные информационные системы. Учебное пособие, – М.: МИИТ, 2006. – 116 с.
2. Плата L-154. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ДЛИЖ 411618 ТО. - М. ОАО «Л-КАРД», 2001. – 40 с.
3. Рубичев Н.А. Экспериментальное исследование информационных измерительных систем. Часть1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Измерительные информационные системы». – М. МИИТ, 2006. – 16 с.
4. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. М. Техносфера, 2005, - 592 с.
5. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. - М.: Техносфера, 2007. - 384 с.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

Рубичев Николай Александрович

Измерительные информационные системы

Методические указания по выполнению курсовых работ

Подписано к печати 18.03.2009 г. Формат 60×84/16 Тираж 100 экз
Усл печ л - 1,25 Заказ № 76, Изд № 86-09

127994, Москва, ул Образцова, 9, стр 9
Типография МИИТа