

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по научной работе

д.т.н. проф.

Драгунов В.К.

« 14 »

мая

2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

специальной дисциплины 2.2.11.

«Информационно-измерительные и управляющие системы»

Москва 2022

Программа составлена на основе паспорта специальности научных работников и программы - минимум кандидатского экзамена по специальности 2.2.11. «Информационно-измерительные и управляющие системы» в действующей редакции и в соответствии с Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является освоение современных принципов построения информационно-измерительных и управляющих систем (ИИиУС) и средств измерения (СИ); формирование углубленных теоретических знаний в области расчета и проектирования ИИиУС и СИ.

Задачами дисциплины являются:

- сформировать общее представление о многообразии методов и подходов, используемых при решении задач, связанных с исследованиями, расчетом и проектированием средств ИИиУС и СИ в целом и отдельных компонентов их программно-технических средств;
- научить на практике применять базовые методы расчета и проектирования средств ИИиУС и СИ;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении научных исследований.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Специальная дисциплина в структуре программы аспирантуры входит в Блок 2 «Образовательный компонент. Общая трудоемкость составляет 7 зачетных единиц (з.е.).

Области исследований

1. Научное обоснование новых и совершенствование существующих методов, аппаратных средств и технологий ИИиУС и СИ
2. Разработка методологий прогнозирования работоспособности и остаточного ресурса средств изделий, оптимизацию методов построения ИИиУС и СИ.
3. Разработка, внедрение, испытания методов измерения ИИиУС и СИ, способствующих повышению надёжности изделий и экологической безопасности окружающей среды.
4. Разработка методического, математического, программного, технического, приборного обеспечения для измерительных систем,

способствующих увеличению эксплуатационного ресурса изделий и повышению экологической безопасности окружающей среды.

5. Разработка метрологического обеспечения методов и метрологических характеристик ИИиУС и СИ.

6. Разработка математических моделей, алгоритмического и программно-технического обеспечения обработки результатов регистрации сигналов в ИИиУС и СИ с целью автоматизации контроля и диагностики, подготовки их для внедрения в цифровые информационные технологии.

7. Автоматизация измерительных технологий ИИиУС и СИ, способствующая снижению трудоёмкости, увеличению оперативности и достоверности результатов измерения.

8. Научное обоснование методов повышения надежности ИИиУС и СИ, средств контроля и диагностирования в процессе проектирования, изготовления и эксплуатации на основе интеллектуального анализа данных.

Отрасль науки

– технические науки.

Введение

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Специальная дисциплина в структуре программы аспирантуры входит в Блок 2 «Образовательный компонент. Общая трудоемкость составляет 7 зачетных единиц (з.е.).

Области исследований

1. Научное обоснование новых и совершенствование существующих методов, аппаратных средств и технологий измерения

2. Разработка методологий прогнозирования работоспособности и остаточного ресурса средств ИИиУС и СИ, оптимизацию методов, систем контроля и диагностирования.

3. Разработка, внедрение, испытания методов ИИиУС и СИ, способствующих повышению надёжности изделий и экологической безопасности окружающей среды.

4. Разработка методического, математического, программного, технического, приборного обеспечения для ИИиУС и СИ, способствующих увеличению эксплуатационного ресурса изделий и повышению экологической безопасности окружающей среды.

5. Разработка метрологического обеспечения методов и метрологических характеристик ИИиУС и СИ.

6. Разработка математических моделей, алгоритмического и программно-технического обеспечения обработки результатов регистрации сигналов в ИИиУС и СИ с целью автоматизации контроля и диагностики, подготовки их для внедрения в цифровые информационные технологии.

7. Автоматизация измерительных технологий ИИиУС и СИ, способствующая снижению трудоёмкости, увеличению оперативности и достоверности результатов измерения.

8. Научное обоснование методов повышения надежности ИИиУС и СИ, средств контроля и диагностирования в процессе проектирования, изготовления и эксплуатации на основе интеллектуального анализа данных.

Отрасль науки

– технические науки.

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: электротехника и электроника, метрология, физические основы получения информации, цифровая обработка сигналов, численные методы моделирования статических и динамических режимов функционирования измерительных преобразователей.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Специальная дисциплина в структуре программы аспирантуры входит в Блок 2 «Образовательный компонент. Общая трудоемкость составляет 7 зачетных единиц (з.е.).

Области исследований

1. Научное обоснование новых и совершенствование существующих методов, аппаратных средств и технологий ИИиУС и СИ

2. Разработка методологий прогнозирования работоспособности и остаточного ресурса средств изделий, оптимизацию методов построения ИИиУС и СИ.

3. Разработка, внедрение, испытания методов измерения ИИиУС и СИ, способствующих повышению надёжности изделий и экологической безопасности окружающей среды.

4. Разработка методического, математического, программного, технического, приборного обеспечения для измерительных систем, способствующих увеличению эксплуатационного ресурса изделий и повышению экологической безопасности окружающей среды.

5. Разработка метрологического обеспечения методов и метрологических характеристик ИИиУС и СИ.

6. Разработка математических моделей, алгоритмического и программно-технического обеспечения обработки результатов регистрации сигналов в ИИиУС и СИ с целью автоматизации контроля и диагностики, подготовки их для внедрения в цифровые информационные технологии.

7. Автоматизация измерительных технологий ИИиУС и СИ, способствующая снижению трудоёмкости, увеличению оперативности и достоверности результатов измерения.

8. Научное обоснование методов повышения надежности ИИиУС и СИ, средств контроля и диагностирования в процессе проектирования, изготовления и эксплуатации

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Общие вопросы теории измерительной техники

Предмет и задачи метрологии. Важнейшие термины и определения. Физические величины. Единицы физических величин. Системы единиц физических величин. Принципы создания естественной системы единиц. Размерность величин и единиц. Практические приложения теории размерностей. Международная система единиц (СИ).

Основные термины и определения в измерительной технике. Физическая величина. Истинное и действительное значения физической величины. Классификация видов и методов измерения. Средства измерения и их основные метрологические характеристики. Классы точности.

Передача измерительной информации. Количество информации дискретных и непрерывного сообщениях. Кодирование сообщений и цели кодирования. Декодирование. Помехоустойчивое кодирование. Общие принципы использования избыточности. Корректирующие и циклические коды. Дискретизация непрерывных величин. Модуляция. Скорость передачи информации и пропускная способность канала связи.

Измерение информации. Количество информации и избыточность. Содержание информации. Меры полезности информации. Обобщенное представление процесса обмена информацией. Энтропия, шум.

Основные понятия теории массового обслуживания и теории статистических решений. Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики. Критерии, основанные на известных вероятностных условиях (критерии Вальда, Гурвица, Сэдвиджа).

Элементы теории погрешностей. Случайные погрешности, законы распределения. Систематические погрешности. Обработка результатов прямых измерений. Погрешности косвенных измерений. Способ наименьших квадратов.

Восприятие и передача информации. Первичное восприятие. Анализ информации. Корреляторы. Обнаружение и распознавание. Понятие канала обмена информации. Виды каналов. Повышение помехоустойчивости передачи и приема.

Обработка информации. Основные виды систем обработки информации. Комплексное и обобщенное отображение информации.

Техническая диагностика. Методы и процедуры построения алгоритмов для проверки исправности, работоспособности и правильности функционирования систем и их компонентов. Диагностические тесты.

Сжатие данных. Методы и алгоритмы сжатия данных. Адаптивные устройства.

Основы теории построения информационно-измерительных и управляющих систем (ИИУС)

Основные определения. Области применения ИИУС. Обобщенная структурная схема. Описание функционирования ИИУС. Содержательные логические схемы алгоритмов. Разновидность входных величин. Разделение ИИУС по виду выходной информации. Классификация ИИУС по принципам построения. Роль ЭВМ.

Агрегатный комплекс средств электроизмерительной техники государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации. Устройства отображения и хранения информации.

Основные разновидности структур ИИУС и их интерфейсов. Виды интерфейсов. Классификация интерфейсов. Протоколы и типовые алгоритмы обмена информацией. Интерфейс с последовательным выполнением операций обмена информацией. Приборный стандартный интерфейс. Интерфейс КАМАК. Интерфейсы периферийной части ЭВМ. Сопоставление алгоритмов стандартных интерфейсов. Аналоговые интерфейсы измерительной части ИИУС.

ЭВМ и средства микропроцессорной техники ИИУС. Микропроцессорные комплекты интегральных микросхем. Табличные методы преобразования информации.

Аналого-цифровая часть ИИУС. Измерительно-вычислительные комплексы. Виды модуляции сигналов. Унифицированные преобразователи. Измерительные коммутаторы амплитудно-модулированных сигналов. Защита входных измерительных цепей ИИУС от помех. Структуры и алгоритмы аналого-цифровой части ИИУС.

Программное обеспечение ИИУС. Системное программное обеспечение. Прикладное программное обеспечение. Информационное и лингвистическое обеспечение ИИУС.

Оценка качества управления ИИУС. Линейные, нелинейные, динамические и стохастические методы оптимизации ИИУС.

Структура и алгоритмы ИИУС

Измерительные системы (ИС) независимых входных величин. Многоточечные и мультиплицированные ИС. Сканирующие системы для расшифровки графиков. Голографические ИС. Многомерные и аппроксимирующие ИС. Статистические измерительные системы. Измерения статистических характеристик случайных процессов. Системы для измерения законов распределения вероятностей. Корреляционные и спектральные ИИУС.

Теоретические основы систем автоматического контроля (САК). Функции и основные виды САК. Выбор контролируемых величин и областей их состояния. Ошибки контроля. Объем выборки при контроле системы автоматического допускового контроля. Формирование норм и сравнение уставок с контролируемыми величинами. САК параллельного и последовательного действия и алгоритмы их работы. Системы технической диагностики. Распознающие системы. Системы технической диагностики и их показатели. Методы оптимизации проверочных программ. Выбор контролируемых параметров для локализации неисправности ИИУС. Принципы построения систем диагностирования. Методы диагностирования.

Телеизмерительные системы (ТИС). Особенности и основные характеристики ТИС. Линии связи. Разделение сигналов в ТИС. Аналоговые, цифровые и адаптивные ТИС.

Системы автоматического управления. Основные принципы управления. Структура процессов управления. Объект управления. Линейные и нелинейные системы управления. Непрерывные и дискретные системы управления. Самонастраивающиеся системы управления.

Методы оценки технических характеристик ИИУС

Стадии проектирования ИИУС. Программное обеспечение. Метрологическая экспертиза и метрологическое обеспечение. Методы испытаний.

Точностные характеристики ИИУС. Критерии и методы оценки погрешностей измерения входной величины. Метод оценки полной погрешности. Погрешности звеньев ИИС. Погрешности квантования. Информационные оценки.

Временные характеристики ИИУС. Определение интервалов равномерной дискретизации. Аддитивная дискретизация. Метод оценки времени измерительных преобразований аналоговой части. Метод оценки времени работы цифровой части ИИУС.

Нормируемые метрологические характеристики ИС. Технические средства поверок. Автоматическая коррекция погрешности ИИУС. Оценка эффективности ИИУС. Планирование испытаний ИИУС.

Характеристики систем автоматического управления. Виды совместимости: техническая, программная, информационная,

организационная лингвистическая, метрологическая. Надежность, живучесть и помехоустойчивость систем автоматического управления.

Основы метрологического обеспечения

Особенности метрологического обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации ИИУС. Средства измерений как основа метрологического обеспечения. Влияние средств измерений на точность и надежность ИИУС. Выбор средств измерений по точности. Информационно-измерительные и управляющие системы как средства контроля, диагностики и поверки. Сигнатурные и логические анализаторы.

Закон Российской Федерации "Об обеспечении единства измерений". Общие положения, единицы величин. Средства и методики выражения измерений. Метрологические службы. Государственный метрологический контроль и надзор. Поверка и калибровка средств измерений.

Сущность методологии проведения метрологического сопровождения и экспертизы ИИУС. Основные направления их совершенствования.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

2 семестр / семестры – дифференцированный зачет / кандидатский экзамен.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета/кандидатского экзамена

- Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств..
- Обработка результатов измерений. Требования к методам обработки результатов измерений.
- Обработка результатов нескольких однородных равноточных и неравноточных групп измерений.
- Обеспечение единства измерений. Система воспроизведения единиц и передачи их размеров рабочим средствам измерения.
- Измерения силы токов и напряжений. Измерения частоты, энергии и количества электричества.
- Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». Общие положения.
- Методы измерения электрических и магнитных величин.
- Погрешности измерений и обработка результатов измерений.
- Электронные измерительные приборы, их общие свойства и метрологические характеристики.

- Прямые и косвенные измерения. Совокупные и совместные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.
- Погрешности измерений, Погрешность и достоверность результата измерения. Виды погрешности измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений.
- Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режимах. Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств.
- Суммирование погрешностей измерительного канала для зависимых и независимых составляющих.
- Расчет динамических погрешностей линейных и нелинейных измерительных устройств.
- Погрешности измерений, Погрешность и достоверность результата измерения. Виды погрешности измерений.
- Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений.
- Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режимах.
- Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств.
- Измерения параметров цепей постоянного и переменного тока.
- Измерения параметров магнитного поля, определение характеристик и параметров магнитных материалов.
- Автоматические измерительные системы как средства диагностики, контроля и поверки.
- Метрологическое обеспечение автоматических измерительных систем. Выбор средств измерений по точности.
- Средства и методики выполнения измерений. Государственный метрологический контроль и надзор.
- Поверка, калибровка и сертификация средств измерений.

Вопросы для самоконтроля

1. Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств.
2. Обработка результатов измерений. Требования к методам обработки результатов измерений.
3. Обработка результатов нескольких однородных равноточных и неравноточных групп измерений.
4. Обеспечение единства измерений. Система воспроизведения единиц и передачи их размеров рабочим средствам измерения.
5. Измерения силы токов и напряжений. Измерения частоты, энергии и количества электричества.

6. Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». Общие положения.
7. Методы измерения электрических и магнитных величин.
8. Погрешности измерений и обработка результатов измерений.
9. Электронные измерительные приборы, их общие свойства и метрологические характеристики.
10. Прямые и косвенные измерения. Совокупные и совместные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.
11. Погрешности измерений, Погрешность и достоверность результата измерения. Виды погрешности измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений.

Вопросы, включенные в билеты для проведения экзамена:

1. Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режимах. Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств.
2. Суммирование погрешностей измерительного канала для зависимых и независимых составляющих.
3. Расчет динамических погрешностей линейных и нелинейных измерительных устройств.
4. Погрешности измерений, Погрешность и достоверность результата измерения. Виды погрешности измерений.
5. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений.
6. Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режимах.
7. Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств.
8. Измерения параметров цепей постоянного и переменного тока.
9. Измерения параметров магнитного поля, определение характеристик и параметров магнитных материалов.
10. Автоматические измерительные системы как средства диагностики, контроля и поверки.
11. Метрологическое обеспечение автоматических измерительных систем. Выбор средств измерений по точности.
12. Средства и методики выполнения измерений. Государственный метрологический контроль и надзор.
13. Поверка, калибровка и сертификация средств измерений.

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Требования и критерии оценивания ответов экзамена

В процессе экзамена оценивается уровень научно-исследовательской компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения.

При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения и общее оформление, способность ответить на поставленный вопрос по существу.

Критерии выставления оценки на экзамене:

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется аспиранту, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка «ХОРОШО» выставляется аспиранту, в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется аспиранту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется аспиранту, который:

- а) не ответил на вопросы экзаменационного билета
- б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

Данные критерии указаны Инструктивном письмом И-23 от 14 мая 2012г

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. 2014. - 122 с.
2. Датчики: Справочное пособие. // Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. – М.: Техносфера, 2012. – 624 с.
3. Картер Б., Манчини Р. Операционные усилители для всех. // - М.: Додека-XXI, 2011. (электронная версия www.iit.my1.ru).
4. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник. / Под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение. 2005. – 656 с.
5. Данилов А.А. Метрологическое обеспечение измерительных систем. - СПб.: Политехника-Сервис, 2014. - 189 с.

6. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 2008. – 216 с. (электронная версия www.iit.my1.ru)
7. Воеводин В.В., Воеводин В.Вл. Параллельные системы и параллельные вычисления. – СПб.: БХВ, Санкт-Петербург, 2011.
8. Шонфелдер Герт, Шнайдер Корнелиус. Измерительные устройства на базе микропроцессора ATmega. – СПб.: БХВ-Петербург. 2012. – 288 с.
- Искусство схемотехники. / П. Хоровиц, У. Хилл . Пер. с англ. – 7-е изд. – М.: БИНОМ, 2014 . – 704 с. - ISBN 978-5-9518-0351-1.
9. Современная прикладная теория управления. Ч. I: Оптимизационный подход в теории управления. / Под ред. А.А. Колесникова. – М.: ФЦ "Интеграция", - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. - 400с.
10. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учебное пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии: Учебное пособие. / К. К. Ким, [и др.]. – СПб.: Питер, 2010. – 368 с. - ISBN 978-5-469-01090-6.
11. Аналого-цифровое преобразование. / Ред. У. Кестер . Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007. – 1016 с. - ISBN 978-5-94836-146-8.
12. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005 – 992 с. (электронная версия www.iit.my1.ru)

Дополнительная литература:

13. Боборыкин А.В. и др. Однокристалльные микроЭВМ.- М.: Бином, 1994.
14. Новоселов О.Н., Фомин А.Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. - М.: Машиностроение, 1991.
15. Финогенов К.Г. Программирование измерительных систем реального времени. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
16. Метрологическое обеспечение информационно-измерительных систем: Сборник руководящих документов. - М.: Изд-во стандартов, 1984.
17. Микушин А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: Учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010, - 832 с.
18. Метрологическое обеспечение информационно-измерительных систем (теория, методология, организация). // Под ред. Е.Т. Удовиченко. - М.: Изд-во стандартов, 1991.
19. Авдеев в. А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование, ДМК Пресс, 2009.
20. Липаев В.В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. // Методы и стандарты. Сер. Информационные технологии. - М.: СИНТЕГ, 2001.
21. Земельман М.А. Метрологические основы технических измерений. - М.: Изд-во стандартов, 1991.
22. Метрологическое обеспечение и эксплуатация средств измерений / В.А. Кузнецов и др. - М.: Радио и связь, 1990.

23. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. - Л.: Энергоатомиздат, 1991.
24. Диденко В.И. Моделирование аналоговых интегральных схем. - М.: МЭИ, 1984.
25. Нейронные сети и нейрокомпьютеры : Учебное пособие по курсу "Микропроцессоры" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / П. Г. Круг, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 176 с. - ISBN 5-7046-0832-9.
26. Сигнальные процессоры и нейрокомпьютеры / П. Г. Круг . – М. : Изд-о МЭИ, 2002 . – 256 с. - ISBN 5-7046-0865-5.
27. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьёва Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов. // - СПб: «БХВ-Петербург», 2005 - 768 с.
28. Датчики измерительных систем: В 2 кн. Кн.1.: пер. с фр. / Ж. Аш . – М.: Мир, 1992 . – 480 с. - ISBN 5-03-001641-4. (электронная версия www.iit.my1.ru).
29. Датчики измерительных систем: В 2 кн. Кн.2.: пер. с фр. / Ж. Аш . – М.: Мир, 1992 . – 424 с. (электронная версия www.iit.my1.ru).
30. Цифровые сигнальные процессоры. Кн.1. / С. Марков . – М.: МикроАрт, 1996. – 144 с. - ISBN 5-88579-002-7.
31. Ткачук Г. В. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах TMS320C6000: Методическое пособие по курсу "Цифровые сигнальные процессоры" по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Адаптивные системы". / Г. В. Ткачук, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 40 с.
32. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. / – СПб.: «Питер», 758 с., 2011.
33. Джонсон Д., Джонсон Дж., Мур Г. Справочник по активным фильтрам. – М.: Мир, 1983.
34. Микропроцессорные системы и микроЭВМ в измерительной технике. Под ред. А.Г.Филиппова.-М.: Энергоатомиздат, 1995.
35. LabVIEW для всех : пер. с англ. / Д. Тревис . – М.: ДМК Пресс, 2005 . – 544 с. + CD-ROM. - ISBN 5-940742-57-2.
36. Сигнальные процессоры и нейрокомпьютеры / П. Г. Круг . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 256 с. - ISBN 5-7046-0865-5.
37. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьёва Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов. // - СПб: «БХВ-Петербург», 2005 - 768 с.
38. Джонсон Д., Джонсон Дж., Мур Г. Справочник по активным фильтрам. – М.: Мир, 1983.
39. Микропроцессорные системы и микро ЭВМ в измерительной технике. Под ред. А.Г.Филиппова. - М.: Энергоатомиздат, 1995.

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
(программное обеспечение, на которое кафедра или МЭИ имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение)

Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
2. База данных Scopus <https://www.scopus.com>
3. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
4. Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
5. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
6. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
7. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доктор техн. наук, профессор



Желбаков И.Н.

Заведующий кафедрой диагностических
информационных технологий
докт. техн. наук, профессор



Желбаков И.Н.

Директор Института информационных
и вычислительных технологий



Вишняков С.В.