

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электропривод и автоматика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	не предусмотрено учебным планом
Практические занятия	5 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	5 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	5 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гостева Л.О.
	Идентификатор	Rffb528b2-GostevaLO-099c8b47

Л.О. Гостева


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С. Анучин

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С. Анучин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины состоит в изучении пакета Simintech в области моделирования электротехнических объектов и анализа их поведения в переходных режимах.

Задачи дисциплины

- – приобретение навыков моделирования различных электротехнических объектов с использованием современных пакетов прикладных программ (например, пакета SiminTech);;
- – освоение возможностей, пакета Simintech для анализа поведения электротехнических объектов в переходных режимах.;
- – освоение библиотек пакета Simintech, позволяющих моделировать процессы, протекающие в электрических цепях;
- – освоение возможностей пакета Simintech в области графического представления результатов моделирования электротехнических объектов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-6 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, технологические и экологические требования с учетом критериев энергетической эффективности	ИД-3ПК-6 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов	знать: - – принципы построения моделей различных электрических схем при помощи пакета SiminTech; уметь: - – обосновывать принятие конкретного технического решения при создании моделей объектов электротехники в рамках выбранного способа моделирования.;
ПК-8 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять полученные результаты	ИД-1ПК-8 Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использование компьютера как средство работы с информацией	уметь: - – сохранять и правильно интерпретировать полученные результаты моделирования электрических схем средствами пакета SiminTech.
ПК-8 Способен участвовать в планировании, подготовке	ИД-3ПК-8 Владеет навыками разработки простых моделей приводов и технологий	знать: - – современные информационные технологии и принципы управления информацией с применением пакетов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять полученные результаты		прикладных программ типа SiminTech в области электротехники..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электропривод и автоматика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы математического анализа. В том числе ряды Фурье. Иметь представление о применении численных методов при решении дифференциальных уравнений.
- знать Основные понятия информатики.
- знать Основы теории электрических цепей. (Раздел Теоретических основ электротехники)
- знать Основные элементы полупроводниковой электроники.
- уметь Составлять элементарные электрические цепи и рассчитывать переходные процессы в них.
- уметь Составлять простые схемы выпрямителей на основе полупроводниковых элементов.
- уметь Составлять алгоритмы и программы.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Знакомство с пакетом Simintech	6	5	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Знакомство с пакетом Simintech"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Знакомство с пакетом Simintech" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 3-26 [3], 1-10</p>
1.1	Знакомство с компьютерным классом. Знакомство с математической средой Simintech в части моделирования электрических и электромеханических систем	6		-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2	Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в электрических цепях	23		-	-	10	-	-	-	-	-	-	13	-
2.1	Моделирование электрических цепей при помощи одной из библиотек Simintech. Получение различных переходных процессов в них. Представление полученных результатов	13	-	-	6	-	-	-	-	-	-	7	-	

2.2	Моделирование электрических цепей при помощи другой библиотеки Simintech. Получение различных переходных процессов в них. Сравнение полученных результатов с предыдущими.	10	-	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
3	Создание функции определяемой пользователем для управления работой модели	8.7	-	-	4	-	-	-	-	-	4.7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Создание функции определяемой пользователем для управления работой модели"
3.1	Составление и подключение к уже имеющимся электрическим цепям элементарных схем управления (созданных с помощью функции, определяемой пользователем), отладка их функционирования и представление результатов	8.7	-	-	4	-	-	-	-	-	4.7	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Создание функции определяемой пользователем для управления работой модели" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 3-26
4	Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в полупроводниковых схемах, в том числе в выпрямителях и инверторах	22	-	-	10	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в полупроводниковых схемах, в том числе в выпрямителях и инверторах" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Состав стандартных библиотек для моделирования"

4.1	Знакомство с библиотекой Simintech, позволяющей моделировать полупроводниковые схемы, и ее элементами.	10	-	-	4	-	-	-	-	-	6	-	процессов, протекающих в полупроводниковых схемах, в том числе в выпрямителях и инверторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 42-55
4.2	Моделирование заданных полупроводниковых схем, их отладка и представление полученных результатов	12	-	-	6	-	-	-	-	-	6	-	
5	Проведение анализа Фурье для определения гармонического состава входного сигнала.	12	-	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Проведение анализа Фурье для определения гармонического состава входного сигнала." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Проведение анализа Фурье для определения гармонического состава входного сигнала." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 20-28
5.1	Знакомство с работой блока быстрого преобразования Фурье (FFT) из библиотеки DSP System Toolbox и исследование гармонического состава сигнала на выходе полупроводникового преобразователя.	12	-	-	6	-	-	-	-	-	6	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 20-28
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	72.0	-	-	32	-	-	-	-	0.3	39.7	-	
	Итого за семестр	72.0	-	-	32	-	-	-	-	0.3	39.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Знакомство с пакетом Simintech

1.1. Знакомство с компьютерным классом. Знакомство с математической средой Simintech в части моделирования электрических и электромеханических систем

Знакомство с математической средой Simintech в части моделирования электрических и электромеханических систем. Моделирование простейших электрических цепей и электромеханических систем в среде Simintech и получение графиков переходных процессов при различных режимах работы.

2. Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в электрических цепях

2.1. Моделирование электрических цепей при помощи одной из библиотек Simintech. Получение различных переходных процессов в них. Представление полученных результатов

Ознакомление с составом одной из библиотек, позволяющих моделировать процессы, протекающие в электрических цепях. Получение графиков переходных процессов..

2.2. Моделирование электрических цепей при помощи другой библиотеки Simintech. Получение различных переходных процессов в них. Сравнение полученных результатов с предыдущими.

Ознакомление с составом другой библиотеки, позволяющей моделировать процессы, протекающие в электрических цепях. Получение графиков переходных процессов и сравнение их с полученными ранее (при использовании первой библиотеки).

3. Создание функции определяемой пользователем для управления работой модели

3.1. Составление и подключение к уже имеющимся электрическим цепям элементарных схем управления (созданных с помощью функции, определяемой пользователем), отладка их функционирования и представление результатов

Знакомство с возможностью создания собственных функций при моделировании в среде Simintech. Возможность объявления модели или ее части подсистемой. Создание собственной библиотеки..

4. Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в полупроводниковых схемах, в том числе в выпрямителях и инверторах

4.1. Знакомство с библиотекой Simintech, позволяющей моделировать полупроводниковые схемы, и ее элементами.

Ознакомление с составом библиотек, позволяющих моделировать процессы, протекающие в полупроводниковых схемах.

4.2. Моделирование заданных полупроводниковых схем, их отладка и представление полученных результатов

Построение схем простейших выпрямителя и инвертора, и получение графиков процессов, протекающих в них.

5. Проведение анализа Фурье для определения гармонического состава входного сигнала.

5.1. Знакомство с работой блока быстрого преобразования Фурье (FFT) из библиотеки DSP System Toolbox и исследование гармонического состава сигнала на выходе полупроводникового преобразователя.

Знакомство с работой блока FFT. Задание на вход блока сигнала с заранее известным гармоническим составом и сравнение полученных результатов с заданием. Подключение блока FFT на выход полупроводникового преобразователя и оценка полученных результатов.

3.3. Темы практических занятий

1. Знакомство с компьютерным классом. Знакомство с математической средой Simintech в части моделирования электрических и электромеханических систем;
2. Моделирование электрических цепей при помощи одной из библиотек Simintech. Получение различных переходных процессов в них. Представление полученных результатов.;
3. Повторение тем 2 и 3 с использованием другой библиотеки Simintech с учетом ее особенностей. Сравнение полученных результатов с полученными ранее;
4. Знакомство с библиотекой Simintech, позволяющей моделировать полупроводниковые схемы и ее элементами.;
5. Составление и подключение к уже имеющимся электрическим цепям элементарных схем управления, отладка их функционирования и представление результатов;
6. Моделирование заданных полупроводниковых схем, их отладка и представление полученных результатов;
7. Знакомство с работой блока быстрого преобразования Фурье FFT. Задание на вход блока сигнала с заранее известным гармоническим составом и сравнение полученных результатов с заданием. Подключение блока FFT на выход полупроводникового преобразователя и оценка полученных результатов.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Знакомство с пакетом Simintech"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в электрических цепях"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Создание функции определяемой пользователем для управления работой модели"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в полупроводниковых схемах, в том числе в выпрямителях и инверторах"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проведение анализа Фурье для определения гармонического состава входного сигнала."

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
– принципы построения моделей различных электрических схем при помощи пакета SiminTech;	ИД-3ПК-6				+		Коллоквиум/Представление и пояснение графических результатов моделирования процессов, протекающих в полупроводниковых схемах
– современные информационные технологии и принципы управления информацией с применением пакетов прикладных программ типа SiminTech в области электротехники.	ИД-3ПК-8	+	+				Коллоквиум/Демонстрация работающей модели электрической цепи (на базе 1 и 2-й библиотек) с обоснованием выбора элементов и подключений к ней регистрирующей аппаратуры
Уметь:							
– обосновывать принятие конкретного технического решения при создании моделей объектов электротехники в рамках выбранного способа моделирования;	ИД-3ПК-6			+			Коллоквиум/Демонстрация работающей модели схемы управления ключами по заданному алгоритму
– сохранять и правильно интерпретировать полученные результаты моделирования электрических схем средствами пакета SiminTech	ИД-1ПК-8					+	Коллоквиум/Представление результатов проведения анализа Фурье для определения гармонического состава заданного сигнала.

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Демонстрация работающей модели схемы управления ключами по заданному алгоритму (Коллоквиум)
2. Демонстрация работающей модели электрической цепи (на базе 1 и 2-й библиотек) с обоснованием выбора элементов и подключений к ней регистрирующей аппаратуры (Коллоквиум)
3. Представление и пояснение графических результатов моделирования процессов, протекающих в полупроводниковых схемах (Коллоквиум)
4. Представление результатов проведения анализа Фурье для определения гармонического состава заданного сигнала. (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

Оценка за освоение дисциплины определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ"

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. А. Р. Гайдук, Т. А. Пьявченко- "Применение программного пакета SimInTech для изучения теории автоматического управления", Издательство: "Южный федеральный университет", Ростов-на-Дону, Таганрог, 2021 - (133 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=691095>;
2. Хабаров С. П., Шилкина М. Л.- "Основы моделирования технических систем. Среда Simintech", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (120 с.)
<https://e.lanbook.com/book/206594>;
3. Калачёв Ю. Н.- "SimInTech: моделирование в электроприводе", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2019 - (98 с.)
<https://e.lanbook.com/book/123713>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;

5. SimInTech.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
12. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-215, Учебная лаборатория "Машиновентильные системы"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-215, Учебная лаборатория "Машиновентильные системы"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-200/3, Кабинет сотрудников каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
Помещения для	М-212, Аудитория каф.	стол, стул, шкаф для хранения

хранения оборудования и учебного инвентаря	"АЭП"	инвентаря, тумба
---	-------	------------------

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерное моделирование в электротехнике

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Демонстрация работающей модели электрической цепи (на базе 1 и 2-й библиотек) с обоснованием выбора элементов и подключений к ней регистрирующей аппаратуры (Коллоквиум)
- КМ-2 Демонстрация работающей модели схемы управления ключами по заданному алгоритму (Коллоквиум)
- КМ-3 Представление и пояснение графических результатов моделирования процессов, протекающих в полупроводниковых схемах (Коллоквиум)
- КМ-4 Представление результатов проведения анализа Фурье для определения гармонического состава заданного сигнала. (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	6	8	12	16
1	Знакомство с пакетом Simintech					
1.1	Знакомство с компьютерным классом. Знакомство с математической средой Simintech в части моделирования электрических и электромеханических систем		+			
2	Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в электрических цепях					
2.1	Моделирование электрических цепей при помощи одной из библиотек Simintech. Получение различных переходных процессов в них. Представление полученных результатов		+			
2.2	Моделирование электрических цепей при помощи другой библиотеки Simintech. Получение различных переходных процессов в них. Сравнение полученных результатов с предыдущими.		+			
3	Создание функции определяемой пользователем для управления работой модели					
3.1	Составление и подключение к уже имеющимся электрическим цепям элементарных схем управления (созданных с помощью функции, определяемой пользователем), отладка их функционирования и представление результатов			+		
4	Состав стандартных библиотек для моделирования процессов, протекающих в полупроводниковых схемах, в том числе в выпрямителях и инверторах					

4.1	Знакомство с библиотекой Simintech, позволяющей моделировать полупроводниковые схемы, и ее элементами.			+	
4.2	Моделирование заданных полупроводниковых схем, их отладка и представление полученных результатов			+	
5	Проведение анализа Фурье для определения гармонического состава входного сигнала.				
5.1	Знакомство с работой блока быстрого преобразования Фурье (FFT) из библиотеки DSP System Toolbox и исследование гармонического состава сигнала на выходе полупроводникового преобразователя.				+
Вес КМ, %:		30	20	30	20