

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
АВТОНОМНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 7;
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	7 семестр - 165,2 часа;
в том числе на КП/КР	7 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	7 семестр - 4 часа;
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	7 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2018

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серегин Д.А.
	Идентификатор	R5209bc37-SereginDA-9c53cea2

(подпись)

Д.А. Серегин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

(подпись)

П.А. Рашитов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

(подпись)

М.Г. Асташев

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение схемотехники и методов расчёта автономных силовых преобразовательных устройств для последующего их использования в проектировании

Задачи дисциплины

- изучить схемные решения современных автономных преобразовательных устройств;
- изучить современную элементную базу автономных преобразователей и перспективы её развития;
- приобрести навыки принятия конкретных обоснованных технических решений при конструировании силовых электронных устройств.

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-2 Способен выполнять расчет и проектирование устройств электроники и нанoeлектроники и их систем	ИД-1ПК-2 Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем	знать: - основные схемные решения, характеристики, расчетные соотношения автономных статических преобразователей, построенных на современной элементной базе; - современную элементную базу, применяемые приборы силовой электроники. уметь: - рассчитывать режимы работы автономных инверторов; - рассчитывать режимы статических преобразователей электроэнергии, основанных на базовых схемных решениях; - разрабатывать автономные преобразователи электроэнергии на основе современных силовых электронных приборов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные методы расчета электрических цепей
- знать основы схемотехники

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 7 зачетных единиц, 252 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	Элементная база автономных преобразователей	23	7	6	-	5	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Повторение материала по расчету электронных цепей с различными типами транзисторов, по типам и параметрам транзисторов</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Элементная база автономных преобразователей": расчет потерь на переключение и потерь проводимости</p>
1.1	Ключевой (импульсный) принцип регулирования	5		2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Работа силового транзистора в ключевом режиме.	18		4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
2	Регуляторы постоянного напряжения	36		6	-	10	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительных методов расчета преобразователей</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Ознакомиться с схемой изучаемого преобразователя, провести предварительный расчет по лабораторным работам 1 и 2</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к защита лабораторных работ 1 и 2</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 4-19</p>
2.1	Понижающий преобразователь (преобразователь I рода)	19		3	-	6	-	-	-	-	-	10	-	
2.2	Повышающий преобразователь (преобразователь II рода). Инвертирующий преобразователь (преобразователь III рода) и другие схемы преобразователей	17		3	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
3	Преобразователи постоянного	42		6	-	8	-	-	-	-	-	28	-	

	напряжения с потенциальной развязкой												"Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой": основные расчетные соотношения, решение типовых задач
3.1	Двухтактные преобразователи	21	3	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
3.2	Однотактные преобразователи	21	3	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительных методов расчета и схемных решений преобразователей <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 324-327
4	Автономные инверторы	33	6	-	5	-	-	-	-	-	22	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к защите лабораторной работы 3
4.1	Автономный инвертор напряжения	16	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 3
4.2	Автономный инвертор тока. Резонансный инвертор	17	4	-	1	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение</u> <u>теоретического материала:</u> Изучение схемных решений автономных инверторов (дополнительно к содержанию лекций)
5	Автономные инверторы с синусоидальным выходным напряжением	46	8	-	4	-	-	-	-	-	34	-	<u>Самостоятельное изучение</u> <u>теоретического материала:</u> Изучение видов и особенностей реализации модулирующих устройств
5.1	Инвертор с код-импульсной модуляцией	15	4	-	1	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 4
5.2	Широтно-импульсная модуляция по синусоидальному закону	31	4	-	3	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к защите лабораторной работы 4
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	252.0	32	-	32	16	2	4	-	0.8	131.7	33.5	
	Итого за семестр	252.0	32	-	32	18	4	0.8	165.2				

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Элементная база автономных преобразователей

1.1. Ключевой (импульсный) принцип регулирования

Линейные стабилизаторы напряжения.. Ключевой принцип регулирования. Сравнение потерь.. Основные типы полностью управляемых силовых полупроводниковых ключевых приборов - транзисторов (биполярный, МДП, БТИЗ)..

1.2. Работа силового транзистора в ключевом режиме.

Процесс отпирания ключа. Этапы. Потери на включение.. Процесс запираания ключа. Этапы. Потери на выключение. Потери на этапе проводимости.. Выбор ключевого прибора. Потери. Нагрев. Область безопасной работы.. Выбор ключевого прибора: справочные данные..

2. Регуляторы постоянного напряжения

2.1. Понижающий преобразователь (преобразователь I рода)

Принцип работы. Режим непрерывного тока. Схема, временные диаграммы. Расчет напряжения нагрузки, требований к ключевым приборам.. Расчет фильтра: статический и динамический.. Режим прерывного (разрывного) тока. Временные диаграммы. Расчет напряжения нагрузки..

2.2. Повышающий преобразователь (преобразователь II рода). Инвертирующий преобразователь (преобразователь III рода) и другие схемы преобразователей

Принцип работы. Режим непрерывного тока. Схема, временные диаграммы. Расчет напряжения нагрузки, требований к ключевым приборам. Расчет фильтра.. Инвертирующий преобразователь и другие схемы преобразователей постоянного напряжения..

3. Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой

3.1. Двухтактные преобразователи

Двухтактный полумостовой преобразователь. Влияние согласующего трансформатора на характеристики преобразователей.. Двухтактный мостовой преобразователь. Режим фазового управления.. Двухтактный преобразователь с выводом нулевой точки. Вывод энергии индуктивности рассеяния.. Сравнение схем..

3.2. Однотактные преобразователи

Прямоходовой преобразователь с трансформатором. Вывод энергии индуктивности намагничивания. Расчет напряжения нагрузки. Требования к ключевым приборам.. Обратнойходовой преобразователь с трансформатором. Режим непрерывного тока (потока). Режим прерывистого тока (потока). Расчет напряжения нагрузки..

4. Автономные инверторы

4.1. Автономный инвертор напряжения

Схема. Временные диаграммы и принцип работы.. Расчет напряжения нагрузки..

4.2. Автономный инвертор тока. Резонансный инвертор

Автономный инвертор тока. Временные диаграммы и принцип работы.. Резонансный инвертор. Временные диаграммы и принцип работы..

5. Автономные инверторы с синусоидальным выходным напряжением

5.1. Инвертор с кодо-импульсной модуляцией

Формирование синусоидального напряжения нагрузки. Схема инвертора напряжения с выходным фильтром. Спектр выходного напряжения инвертора и роль фильтра.. Кодо-импульсная модуляция (селективное исключение гармоник)..

5.2. Широтно-импульсная модуляция по синусоидальному закону

Широтно-импульсная модуляция - понятие, принцип реализации.. Виды широтно-импульсной модуляции.. Расчет выходного фильтра.. Влияние выходного фильтра и характера нагрузки на напряжение нагрузки..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчёт параметров обратного преобразователя постоянного напряжения с трансформаторной развязкой;
2. Расчёт параметров прямого преобразователя постоянного напряжения с трансформаторной развязкой;
3. Расчёт токов и напряжений, коммутируемых транзисторным ключом в повышающем преобразователе;
4. Расчёт токов и напряжений, коммутируемых транзисторным ключом в обратном преобразователе;
5. Расчёт токов и напряжений, коммутируемых транзисторным ключом в понижающем преобразователе. Расчёт параметров фильтра постоянного тока в динамическом режиме;
6. Расчёт динамических потерь в транзисторном ключе при включении транзистора;
7. Расчёт параметров тиристорного регулятора с параллельной коммутацией. Расчёт параметров тиристорного регулятора с коммутацией с помощью колебательного контура;
8. Расчёт параметров резонансного последовательного инвертора. Расчёт параметров резонансного параллельного и последовательно-параллельного инверторов;
9. Расчёт параметров фильтра однофазного АИН с ШИМ;
10. Расчёт параметров трёхфазного АИТ;
11. Расчёт трёхфазного АИН с ШИМ;
12. Расчёт двухтактного преобразователя постоянного напряжения;
13. Расчёт статических и динамических потерь в транзисторном ключе при выключении транзистора;
14. Расчёт параметров АИН на заданную нагрузку.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Разбираются наиболее важные вопросы выполнения курсовой работы в соответствии с планом выполнения КР
2. Разбираются наиболее важные вопросы выполнения курсовой работы в соответствии с планом выполнения КР
3. Разбираются наиболее важные вопросы выполнения курсовой работы в соответствии с планом выполнения КР

4. Разбираются наиболее важные вопросы выполнения курсовой работы в соответствии с планом выполнения КР
5. Разбираются наиболее важные вопросы выполнения курсовой работы в соответствии с планом выполнения КР

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация по материалам раздела "Элементная база автономных преобразователей"
2. Консультация по материалам раздела "Регуляторы постоянного напряжения"
3. Консультация по материалам раздела "Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой"
4. Консультация по материалам раздела "Автономные инверторы"
5. Консультация по материалам раздела "Автономные инверторы с синусоидальным выходным напряжением"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по этапам выполнения работы в соответствии с планом выполнения КР
2. Консультации проводятся по этапам выполнения работы в соответствии с планом выполнения КР
3. Консультации проводятся по этапам выполнения работы в соответствии с планом выполнения КР
4. Консультации проводятся по этапам выполнения работы в соответствии с планом выполнения КР
5. Консультации проводятся по этапам выполнения работы в соответствии с планом выполнения КР

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:							
современную элементную базу, применяемые приборы силовой электроники	ИД-1ПК-2	+					Контрольная работа/Контрольная работа: силовой транзистор в ключевом режиме
основные схемные решения, характеристики, расчетные соотношения автономных статических преобразователей, построенных на современной элементной базе	ИД-1ПК-2			+			Контрольная работа/Контрольная работа: преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой
Уметь:							
разрабатывать автономные преобразователи электроэнергии на основе современных силовых электронных приборов	ИД-1ПК-2					+	Контрольная работа/Контрольная работа: автономный инвертор с синусоидальным напряжением нагрузки
рассчитывать режимы статических преобразователей электроэнергии, основанных на базовых схемных решениях	ИД-1ПК-2		+				Контрольная работа/Контрольная работа: понижающий и повышающий преобразователи постоянного напряжения
рассчитывать режимы работы автономных инверторов	ИД-1ПК-2				+		Контрольная работа/Контрольная работа: автономный инвертор напряжения

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа: автономный инвертор напряжения (Контрольная работа)
2. Контрольная работа: автономный инвертор с синусоидальным напряжением нагрузки (Контрольная работа)
3. Контрольная работа: понижающий и повышающий преобразователи постоянного напряжения (Контрольная работа)
4. Контрольная работа: преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой (Контрольная работа)
5. Контрольная работа: силовой транзистор в ключевом режиме (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Итоговая оценка по курсу выставляется в соответствии с положением о балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ" на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

Итоговая оценка за курсовую работу выставляется в соответствии с положением о балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ".

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е. - "Справочник по силовой электронике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2014 - (474 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72289;
2. Розанов Ю. К., Рябчицкий М. В., Кваснюк А. А. - "Силовая электроника", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (632 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72283;
3. Автономные преобразователи. Расчет режима работы и выбор элементов : учебное пособие по курсу "Автономные преобразователи" по направлению "Электроника и наноэлектроника" / М. Г. Асташев, М. А. Новиков, П. А. Рашитов, Д. А. Серегин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-2044-0 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10359;
4. Царенко, А. И. Автономные преобразователи. Сборник лабораторных работ : практикум по курсу "Автономные преобразователи" по направлению "Электроника и наноэлектроника" / А. И. Царенко, Д. А. Серегин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 44 с.

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8449.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции.

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 журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.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
	А-303, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-303, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-101д, Лаборатория схемотехники и автономных преобразователей	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-101д, Лаборатория схемотехники и автономных преобразователей	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, лабораторный стенд
	А-303, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
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-324/6, Преподавательская каф.	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба,

	"Пром.эл."	компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-324/5, Методический кабинет каф. "Пром.эл."	парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Автономные преобразователи

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа: силовой транзистор в ключевом режиме (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа: понижающий и повышающий преобразователи постоянного напряжения (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа: преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа: автономный инвертор напряжения (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольная работа: автономный инвертор с синусоидальным напряжением нагрузки (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Элементная база автономных преобразователей						
1.1	Ключевой (импульсный) принцип регулирования		+				
1.2	Работа силового транзистора в ключевом режиме.		+				
2	Регуляторы постоянного напряжения						
2.1	Понижающий преобразователь (преобразователь I рода)			+			
2.2	Повышающий преобразователь (преобразователь II рода). Инвертирующий преобразователь (преобразователь III рода) и другие схемы преобразователей			+			
3	Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой						
3.1	Двухтактные преобразователи				+		
3.2	Однотактные преобразователи				+		
4	Автономные инверторы						
4.1	Автономный инвертор напряжения					+	
4.2	Автономный инвертор тока. Резонансный инвертор					+	

5	Автономные инверторы с синусоидальным выходным напряжением					
5.1	Инвертор с кодо-импульсной модуляцией					+
5.2	Широтно-импульсная модуляция по синусоидальному закону					+
Вес КМ, %:		5	25	20	25	25