



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР  
\_\_\_\_\_ В.А.Дыганов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б3.В.6 Автономные преобразователи

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ГОС ВПО)

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 210100.62 Электроника и микроэлектроника  
(указывается код и наименование направления)

Профиль подготовки \_\_\_\_\_ Промышленная электроника  
(указывается наименование профиля)

Квалификация (степень) выпускника \_\_\_\_\_ бакалавр  
(бакалавр, магистр)

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань  
2011

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Автономные преобразователи» является изучение схемотехники и методов расчета автономных силовых преобразовательных устройств для последующего их использования в проектировании.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучить схемные решения современных автономных преобразовательных устройств;
- изучить информацию о современной элементной базе автономных преобразователей и перспективах ее развития;
- освоить и обосновать конкретные технические решения при последующем конструировании силовых электронных устройств.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Дисциплина "Автономные преобразователи" относится к вариативной части профессионального цикла БЗВ6 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю "Промышленная электроника».

Дисциплина "Автономные преобразователи" базируется на следующих дисциплинах: "Теоретические основы электротехники", «Физические основы электроники», «Вычислительная математика», «Основы преобразовательной техники». Обучающиеся должны: ознакомиться с принципами построения, функционирования, методами анализа и расчета базовых силовых преобразователей, а также приобретения навыка их экспериментального исследования.

Знания, полученные по освоению дисциплины "Автономные преобразователи", необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы и изучении дисциплины «Энергетическая электроника».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате изучения дисциплины «Автономные преобразователи» формируются следующие компетенции или их составляющие:

- способностью владеть методами решения задач анализа, расчета проектирования источников вторичного электропитания (ПК-4);
- способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5)
- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);
- готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с

техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);

-способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-19);

-готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники (ПК-28).

В результате освоения дисциплины «Автономные преобразователи» обучающийся должен:

1. *Знать*: методику анализа и расчета силовых электронных устройств, в том числе, методов математического моделирования (ПК-4, ПК-10); основные схемные решения, их качественные и количественные характеристики для оценки перспективности применения в конкретных условиях (ПК-5, ПК-9).

2. *Уметь*: самостоятельно разбираться в методиках расчета силовых электронных устройств и применять их для решения конкретных задач (ПК-4, ПК-10); самостоятельно выявлять серьезность проблем, возникающих в процессе проектирования силовых преобразователей и применять для их решения соответствующий математический аппарат (ПК-6, ПК-19); осуществлять контроль соответствия разрабатываемых технических решений техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-5, ПК-28).

3. *Владеть*: методами решения задач анализа и расчета характеристик силовых электронных устройств (ПК-4, ПК-19); терминологией в области силовой преобразовательной техники (ПК-6, ПК-9, ПК-28).

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Автономные преобразователи»

Общая трудоемкость дисциплин составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### 4.1. Структура дисциплины

Вид учебной работе	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			7			
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	8	108			
<b>АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:</b>	72	8	72			
Лекции (Лк)	18		18			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	36	8	36			
Лабораторные работы (ЛР)	18		18			
и(или) другие виды аудиторных занятий						
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:</b>	36		36			
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы						
<b>ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ</b> (З – зачет, Э – экзамен)	3		3			

## 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	Самост. работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Элементная база автономных преобразователей	6	7	2	2		2	Тест 1 – Компоненты автономных преобразователей (1,2)
2	Регуляторы постоянного напряжения	6	7	2	2		2	Тест 2 – Понижающие, повышающие преобразователи (3,4)
3	Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой	12	7	4	4		4	Тест 3 – Прямоходовые, обратногоходовые преобразователи Тест 4 – Однотактные двухтактные преобразователи (5,6,7)
4	Автономные инверторы напряжения	30	7	4	14	8	4	Тест 5 – Способы модуляции Тест 6 – Формирование выходного напряжения АИН (8,9,10,11)
5	Автономные инверторы тока	22	7	4	8	6	4	Тест 7 – Способы компенсации в АИТ (12,13,14)
6	Резонансные преобразователи	32	7	2	6	4	20	Тест 8 – Способы регулирования выходного напряжения в АИР (15.16,17) Проверка расчета преобразователя (17)
Итого:		108	–	18	36	18	36	–

### **4.3. Содержание разделов дисциплины**

#### **Раздел 1. Элементная база автономных преобразователей**

ИВЭП. Системы автономного электроснабжения. Агрегаты бесперебойного электроснабжения. Основные характеристики современных силовых полупроводниковых приборов, высокочастотных трансформаторов, дросселей, конденсаторов. Тенденция развития элементной базы АП.

#### **Раздел 2. Регуляторы постоянного напряжения**

Характеристики идеальных регуляторов 1-го, 2-го и 3-го рода. Тиристорные схемы регуляторов. Влияние реальных параметров элементов на характеристики регуляторов. Методика расчета элементов силовой схемы регуляторов с учетом реальных параметров элементов.

#### **Раздел 3. Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой**

Прямоходовой преобразователь, характеристики, влияние индуктивностей рассеяния согласующего трансформатора. Обратноходовой преобразователь. Характеристики, режим дозированной передачи энергии в нагрузку. Преобразователи с конденсаторным разделением входных и выходных цепей. Двухтактные преобразователи. Влияние согласующего трансформатора на характеристики преобразователей. Трансформаторы постоянного тока. Специфические схемные построения преобразователей постоянного тока.

#### **Раздел 4. Автономные инверторы напряжения**

Характеристики АИН. Анализ электромагнитных процессов в АИН. Способы регулирования выходного напряжения АИН. Качество выходного напряжения АИН. Способы улучшения качества выходного напряжения АИН. Амплитудно-импульсная модуляция, широтно импульсная модуляция, кодо-импульсная модуляция. Фильтры переменного напряжения.

#### **Раздел 5. Автономные инверторы тока**

Характеристики АИТ. Векторные диаграммы АИТ. Регулирование выходного напряжения АИТ. Обратный выпрямитель, индуктивно-тиристорный регулятор.

#### **Раздел 6. Резонансные преобразователи**

Характеристики резонансных последовательных, параллельных и последовательно-параллельных инверторов. Резонансные инверторы с диодами встречного тока. Преобразователи с квазирезонансной коммутацией ключей.

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1.	Расчет трансформаторов ИВЭП	7	1	2
2.	Регуляторы 1-го, 2-го и 3-го рода	7	2	2
3.	Прямоходовый преобразователь	7	3	2
4.	Обратноходовый преобразователь	7	3	2
5.	Однофазный АИН с индуктивной нагрузкой	7	4	2
6.	Однофазный АИН с активно-индуктивной нагрузкой	7	4	2
7.	Параллельный однофазный АИН	7	4	2
8.	Трехфазный АИН с индуктивной нагрузкой	7	4	2
9.	Трехфазный АИН с активно-индуктивной нагрузкой	7	4	2
10.	Последовательное соединение однофазных АИН	7	4	2
11.	Регулирование напряжения в однофазном АИН	7	4	2
12.	Характеристики АИТ	7	5	2
13.	Векторные диаграммы АИТ	7	5	2
14.	Регулирование выходного напряжения АИТ	7	5	2
15.	Работа коммутирующей емкости в АИТ	7	5	2
16.	Характеристики резонансных инверторов	7	6	2
17.	Резонансные инверторы с диодами встречного тока	7	6	2
18.	Преобразователи с квазирезонансной коммутацией ключей	7	6	2
	Итого:	–	–	36

#### 4.5. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1.	Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления.	7	4	8
2.	Мостовой широтно-импульсный преобразователь с несимметричным законом управления	7	5	6
3.	Системы управления преобразовательными устройствами	7	6	4
	Итого:	–	–	18

#### 4.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	Компетенции							Количество компетенций
		ПК-4	ПК-5	ПК-6	ПК-9	ПК-10	ПК-19	ПК-28	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9
Элементная база автономных преобразователей	10	3		У	В		У		4
Регуляторы постоянного напряжения	10		У			3			2
Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой	20	В	3				В		3
Автономные инверторы напряжения	18	У						У	2
Автономные инверторы тока	12			В		У			2
Резонансные преобразователи	30				3				1
Зачет	8	3				3		В	3
<i>Итого</i>	108								17

Условные обозначения: З – знать,  
 У – уметь,  
 В – владеть.

## 5. Образовательные технологии

Лекционные занятия проводятся в форме лекций-визуализаций, а также с использованием презентаций для проблемных лекций.

Практические занятия проводятся в классической форме.

Лабораторные занятия проводятся с использованием лабораторного оборудования и программ схемотехнического моделирования Micro-Cap и Multisim.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, контрольным работам по практическим занятиям, подготовка лабораторных отчетов, выполнение типового расчета и подготовка к экзаменам.

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Элементная база автономных преобразователей	ПК-43, ПК-6У, ПК-9В	Лекция-визуализация	Тест 1 – Компоненты автономных преобразователей
2	Регуляторы постоянного напряжения	ПК-5У, ПК103	Лекция-визуализация	Тест 2 – Понижающие, повышающие преобразователи
3	Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой	ПК-4В, ПК-5З	Лекция-визуализация	Тест 3 – Прямоходовые, обратноходовые преобразователи Тест 4– Однотактные, двухтактные преобразователи
4	Автономные инверторы напряжения	ПК-4У, ПК-28У	Лекция-визуализация	Тест 5 –Способы модуляции Тест 6 – Формирование выходного напряжения АИН
5	Автономные инверторы тока	ПК-6В, ПК10У	Лекция-визуализация	Тест 7 – Способы компенсации в АИТ
6	Резонансные преобразователи	ПК-9З	Лекция-визуализация	Тест 8 –Способы регулирования выходного напряжения в АИР
7	Зачет	ПК-43, ПК-103, ПК-28В		

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **6.1. Тематика рефератов, расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ)**

Учебным планом курсовой проект не предусмотрен.

В 7 семестре выполняется типовой расчет. Расчетное задание состоит из 4 домашних заданий, посвященных расчету преобразователя для обеспечения пуска двигателя постоянного тока серии П2; П4 с током не более номинального тока якоря и обеспечить длительную работу с номинальным моментом (током) при номинальной скорости вращения с постоянным потоком возбуждения

Каждое задание выполняется в течение одного учебного модуля (4 недели) и сдается в начале его последней недели.

### **6.2. Примеры тестов и контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценочный фонд включает в себя банк тестов по всем разделам учебной программы, разбитых на 4 учебных модуля. Тестовые задания выполнены в программной среде АСТ-тест.

#### **6.2.1. Примеры тестовых заданий**

##### ***Пример тестов "Компоненты ИВЭП"***

#### **1. Принципы построения ИВЭП**

##### **1. Выпрямители различают по мощности**

1. маломощные- до 1 кВт;
2. средней мощности- до 1000 кВт;
3. мощные – выше 1000 кВт

##### **2. Выпрямители различают по напряжению**

1. низкого-до 250 В;
2. среднего – до 380 В;
3. высокого- до 1000 В

##### **3. Применение однофазных однополупериодных выпрямителей**

1. активная нагрузка со сглаживающим конденсатором (схема неуправляемая) – для зарядки небольших аккумуляторов;
2. нагрузка в виде противо-ЭДС (схема неуправляемая) – как источник постоянного напряжения малой мощности;
3. активно-индуктивная нагрузка с нулевым диодом – для питания электромагнитов (обмотка возбуждения машины постоянного тока и т.д.) при

мощности порядка сотен ватт

4. Типовое значение коэффициента мощности для двухполупериодного выпрямителя:

1. 1;
2. 0,95;
3. 0,65

5. Коэффициент пульсации по первой гармонике для схем выпрямителей

1. трехфазный с нулевым выводом – 0,057;
2. трехфазный мостовой – 0,25;
3. однофазный двухполупериодный – 0,67

6. Частота первой гармоники пульсации при частоте питающей сети  $f=50$  Гц имеет следующие значения:

1. 50 Гц для однофазной двухполупериодной схемы;
2. 150 Гц для трехфазной схемы с нулевым выводом;
3. 200 Гц для трехфазной мостовой схемы

### *. Пример тестов «Принципы реализации процесса инвертирования»*

1. Автономные инверторы в зависимости от характера протекания электромагнитных процессов подразделяют на три типа: инверторы тока, инверторы напряжения, резонансные инверторы.

В инверторах тока

а) во входной цепи включают дроссель большой индуктивности и входной ток оказывается непрерывным, т. е. источник питания работает в режиме генератора тока

б) нагрузка, значительной индуктивности, образует с реактивными элементами инвертора колебательный контур, в котором наблюдается резонанс напряжения

в) источник питания работает в режиме генератора напряжения

2. В инверторах напряжения

а) во входной цепи включают дроссель большой индуктивности входной ток оказывается непрерывным, т. е. источник питания работает в режиме генератора тока

б) нагрузка, значительной индуктивности, образует с реактивными элементами инвертора колебательный контур, в котором наблюдается резонанс напряжения

в) источник питания работает в режиме генератора напряжения

3. В резонансных инверторах

а) во входной цепи включают дроссель большой индуктивности входной ток оказывается непрерывным, т. е. источник питания работает в режиме генератора тока

б) нагрузка, значительной индуктивности, образует с реактивными элементами инвертора колебательный контур, в котором наблюдается резонанс напряжения

в) источник питания работает в режиме генератора напряжения

4. В АВТОНОМНЫХ ИНВЕРТОРАХ ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ (ФОРМА, ЧАСТОТА НАПРЯЖЕНИЯ) ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ В ОТЛИЧИЕ ОТ ЗАВИСИМЫХ ИНВЕРТОРОВ, ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОТОРЫХ СООТВЕТСТВУЮТ ПАРАМЕТРАМ СЕТИ

а) схемой инвертора

б) системой управления

в) схемой инвертора и его системой управления

### **6.2.2. Контрольные вопросы для проведения зачета:**

1. Разновидности резисторов.
2. Параметры резисторов.
3. Разновидности конденсаторов.
4. Параметры конденсаторов.
5. Дроссели и их параметры.
6. Трансформаторы, их параметры и схемы замещения.
7. Максимальные электрические параметры силовых полупроводниковых приборов. Область безопасных режимов.
8. Тепловое сопротивление полупроводникового прибора, его составляющие и способы их уменьшения.
9. Работа полупроводниковых ключей на комплексную нагрузку.
10. Защита полупроводниковых приборов при их работе на комплексную нагрузку.
11. Переходный процесс включения диода.
12. Переходный процесс переключения диода из прямого направления в обратное.
13. Классификация автономных инверторов.
14. Принципы построения автономных инверторов.
15. Автономные инверторы тока.
16. Автономные инверторы напряжения.
17. Резонансные автономные инверторы.
18. Автономные инверторы на вентилях с неполным управлением.
19. Автономные инверторы на вентилях с полным управлением.
20. Автономные инверторы с одноступенчатой коммутацией.
21. Автономные инверторы с двухступенчатой коммутацией.
22. Параллельные автономные инверторы.
23. Последовательные автономные инверторы.
24. Метод основной гармоники в расчетах автономных инверторов.
25. Трехфазный мостовой автономный инвертор.

26. Однофазный мостовой автономный инвертор напряжения, работающий на индуктивную нагрузку.
27. Однофазный мостовой автономный инвертор напряжения, работающий на активно-индуктивную нагрузку.
28. Автономный инвертор напряжения с разделенным источником питания.
29. Диаграммы токов и напряжений в трехфазном мостовом автономном инверторе напряжения и эквивалентные схемы при нагрузке соединенной звездой.

### 6.3. Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1.	Разновидности элементной базы автономных преобразователей	7	1	2
2.	Трансформаторы, их параметры и схемы замещения	7	1	2
3.	Разновидности преобразователей постоянного тока	7	3	2
4.	Разновидности автономных преобразователей	7	4, 5, 6	2
5.	Параллельные автономные инверторы тока	7	5	2
6.	Параллельные автономные инверторы напряжения	7	4	2
7.	Подготовка к защите лабораторной работы 1	7	4	2
8.	Подготовка к защите лабораторной работы 2	7	5	2
9.	Подготовка к защите лабораторной работы 3	7	6	2
10.	Подготовка к практическому занятию 1	7	1	2
11.	Подготовка к практическому занятию 1	7	2	2
12.	Подготовка к практическому занятию 2	7	3	2
13.	Подготовка к практическому занятию 3	7	4	2
14.	Подготовка к практическому занятию 4	7	5	2
15.	Домашнее задание 1	7	6	2
16.	Домашнее задание 2	7	6	2
17.	Домашнее задание 3	5	4	2
18.	Домашнее задание 4	5	6	2
	Итого:	–	–	36

### 6.4. Задание на типовой расчет

1. Спроектировать преобразователь для обеспечения пуска двигателя постоянного тока серии П2; П4 с током не более номинального тока якоря и обеспечить длительную работу с номинальным моментом (током) при номинальной скорости вращения с постоянным потоком возбуждения. ( Имеются 30 вариантов исходных данных).

Требуется определить параметры сетевого трансформатора, параметры вентиля выпрямителей якорной цепи и обмотки возбуждения, параметры сглаживающих реакторов выпрямителей.

2. Провести проверку результатов расчета в виртуальной установке в пакете MATLAB-Simulink.

3. Объем расчетно-пояснительной записки 10-15 листов.

4. Графическая часть на 2 листах.

Варианты задания

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Рн, кВт	4,5	10	9,5	20	18,5	37	37	75	75	160	110	250	4,5	10	9,5
Уя.н, В	230	460	230	460	230	460	230	460	230	460	230	460	230	460	230
Ув, В	110	220	110	220	110	220	110	220	110	220	110	220	110	220	110
№ вар-та	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Рн, кВт	20	18,5	37	37	75	75	160	110	250	4,5	9,8	9,0	18,5	18,5	37
Уя.н, В	460	230	460	230	460	230	460	230	460	230	460	230	460	230	460
Ув, В	220	110	220	110	220	110	220	110	220	110	220	110	220	110	220

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

7.1. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники : учебное пособие/ Г.С.Зиновьев. -3-е изд., испр. и доп. - Новосибирск: НГТУ, 2004. -672 с.

7.2. Розанов Ю.К. Силовая электроника: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"/ Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. -М.: Издательский дом МЭИ, 2009. -632 с.

7.3. Попков О.З. Основы преобразовательной техники : учебное пособие/ О. З. Попков. -2-е изд., стер.. -М.: Издательский дом МЭИ, 2007. -200 с.

### б) дополнительная литература:

7.4. Мыщык Г. С. Поисковое проектирование устройств силовой электроники (трансформаторно - полупроводниковые устройства) : Учебное пособие по курсам "Электронные энергетические системы", "Физические основы электроники", "Силовая электроника" для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"/ Г. С. Мыщык, А. В. Бериллов, В. В. Михеев. -М.: Издательский дом МЭИ, 2011. -284 с.

7.5. Браун Марти Источники питания. Расчет и конструирование : переводное издание/ М. Браун; пер. с англ. С.Л. Попова: МК-Пресс, 2007. -288 с.: ил.

7.6. Силовая электроника. Примеры и расчеты/ пер. с англ.. -М.: Энергоиздат, 1982. -382 с.: ил

7.7. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учеб. пособие/ А. Ю. Ощепков. -Москва: Лань, 2013. - 208 с.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.powerint.com>/<http://www.oglibrary.ru>. [www.matlab.ru](http://www.matlab.ru)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийные лекции, сделанные в виде презентаций, мультимедийный проектор.

Для выполнения практических заданий и лабораторных работ используется дисплейный класс кафедры ПЭ с персональными компьютерами (программа MATLAB), а также лаборатория, оборудованная стендами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника и профилю подготовки «Промышленная электроника»

Автор	_____	<u>доцент, к.ф.-м.н. Кротов В.И.</u>
	(дата, подпись)	(должность, уч.ст., ФИО)
	_____	_____
	(дата, подпись)	(должность, уч.ст., ФИО)

Программа обсуждена и одобрена на заседании методического совета кафедры  
\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.  
название кафедры

Согласовано:

Зав. обеспечивающей кафедрой ПЭ	_____	<u>проф., д.ф.-м.н. Голенищев-Кутузов А.В.</u>
	(дата, подпись)	(должность, уч.ст., ФИО)
Зав. выпускающей кафедрой ПЭ	_____	<u>проф., д.ф.-м.н. Голенищев-Кутузов А.В.</u>
	(дата, подпись)	(должность, уч.ст., ФИО)
Директор института ИЭЭ	_____	_____
	(дата, подпись)	(должность, уч.ст., ФИО)
Зав. библиотекой	_____	_____
	(дата, подпись)	(должность, ФИО)
Эксперт УМУ	_____	_____
	(дата, подпись)	(должность, ФИО)
Внешний эксперт (работодатель)	_____	_____
	(дата, подпись)	(должность, ФИО)

