

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Кафедра «Промышленная электроника»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор ФГБОУ ВПО «КНАГТУ»  
А.Р. Куделько  
« 08 » 11 2012 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Основы преобразовательной техники»  
для специальности 210106 – «Промышленная электроника»  
очной формы обучения

Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная
Объем дисциплины	150 часов

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Промышленная электроника»

Заведующий кафедрой С.М. Копытов С.М. Копытов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления А.А. Скрипилев А.А. Скрипилев  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Декан электротехнического факультета А.Н. Степанов А.Н. Степанов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Рабочая программа рассмотрена, одобрена и рекомендована к использованию  
методической комиссией электротехнического факультета

Председатель методической комиссии Н.Е. Дерюжкова Н.Е. Дерюжкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Автор рабочей программы  
доктор техн. наук, профессор

В.С. Климаш В.С. Климаш  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1.1. Требования государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к структуре и содержанию курса «Основы преобразовательной техники»

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Всего часов
СД.04	<b><u>Основы преобразовательной техники</u></b> : основные виды преобразования электрической энергии с помощью вентилях; идеализированные преобразователи однофазного и трехфазного тока; характеристики реальных преобразователей; особенности работы мощных преобразователей; регулируемые преобразователи постоянного и переменного напряжения; системы управления вентилями преобразователями.	150

В связи с сокращением объема лекционного курса с 72 часов до 34 часов некоторые трудоемкие вопросы, в частности, аналитическое описание физических процессов и расчеты технико-экономических показателей заменены в лекционном курсе демонстрацией на компьютере материалов, представленных в среде MATLAB. Это полученные на обобщенной математической модели для всех схем выпрямителей и регуляторов переменного напряжения адекватные реальным мгновенные значения токов и напряжений на вентильных элементах, сети, нагрузке, а также интегральные характеристики для оценке регулировочных свойств и энергетических показателей с учетом того, что блочно-модульный математический пакет MATLAB студенты тщательно осваивают в 3 и 4 семестрах при изучении курса «Программные средства», имея практические навыки моделирования, в частности, устройств силовой электроники, их систем управления и необходимого для них информационно-измерительного обеспечения.

### 1.2. Предмет, цели, задачи и принципы построения курса «Основы преобразовательной техники»

#### 1.2.1. Область профессиональной деятельности.

Электротехника, электроника и электротехнологии составляют часть техники, которая включает совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, созданных для применения электрической энергии, преобразования и управления ее потоками.

1.2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника по специальности 210106 – «Промышленная электроника»:  
управляемые электротехнологии в промышленности, энергетических системах, на транспорте, включающие электронные и информационные преобразователи и устройства, автоматические устройства и системы управления

преобразовательными устройствами с учетом особенностей объектов управления.

### 1.2.3. Виды и задачи профессиональной деятельности.

Инженер по специальности 210106 должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

- а) проектно-конструкторская и технологическая деятельность;
- б) исследовательская деятельность;
- в) эксплуатационное и сервисное обслуживание;
- г) монтажно-наладочная деятельность;
- д) организационно-управленческая деятельность.

### 1.2.4. Квалификационные требования.

Для решения профессиональных задач инженер:

- выполняет работы по проектированию, информационному обслуживанию, организации производства, труда и управлению, метрологическому обеспечению, технологическому оснащению, техническому контролю;

- проводит технико-экономический анализ, комплексно обосновывает принимаемые и реализуемые решения, изыскивает возможности сокращения цикла выполнения работ, содействует подготовке процесса их выполнения, обеспечению необходимыми техническими данными, материалами, оборудованием потоками информации;

- участвует в работах по осуществлению исследований, разработке проектов и программ, в проведении необходимых мероприятий, связанных с испытанием оборудования и внедрением его в эксплуатацию, а также выполнения работ по стандартизации технических средств, систем, технологических процессов, оборудования и материалов, в рассмотрении различной технической документации и подготавливает необходимые обзоры, отзывы, заключения;

- изучает и анализирует необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы, обобщает и систематизирует их, проводит необходимые расчеты, использует современные технические средства и информационные технологии;

- и другие виды работ в соответствии с п. 1.4.5 ГОС специальности.

### 1.2.5. Требования к профессиональной подготовленности выпускника.

Выпускник должен уметь решать профессиональные задачи, соответствующие его квалификации, указанной в п. 1.3 ГОС специальности.

***В результате изучения курса «Основы преобразовательной техники» студенты должны знать обобщенную теорию выпрямителей и регуляторов переменного напряжения, схемы преобразователей электрической энергии, их принцип действия и системы управления, физические процессы, регулировочные свойства и энергетические характеристики, уметь выбирать силовые элементы, рассчитывать статические и динамические характеристики.***

**Цели и задачи дисциплины.** «Основы преобразовательной техники» является одной из специальных дисциплин кафедры «Промышленная электроника» и имеет целью изучение единой топологии, математической структуры и общих физических закономерностей в выпрямителях и регуляторах переменного напряжения, их одинаковых составных элементах, единстве методов анализа, расчета, рационального выбора элементов, но и, в тоже время, отличительных особенностей в зависимости от назначения, характера динамических процессов и особенностей статических режимов. То есть сформировать представление в создании научно-практической базы для непосредственного применения в дальнейшей практической деятельности при производстве и эксплуатации выпрямителей и регуляторов переменного напряжения.

Для достижения этой цели рассматривается обобщенная структура ведомых сетью вентильных преобразователей с синхронизированной с сетью системой управления и на ее основе частные схемные решения, их физические процессы, регулировочные свойства и энергетические характеристики, расчетные соотношения, позволяющие по заданному режиму работы потребителя (нагрузки) определить электрические параметры для выбора полупроводниковых приборов, трансформаторов, фильтров, дросселей и других элементов, а также в привитии практических навыков использования методов анализа и расчета электрических параметров для решения широкого круга инженерных задач.

При изучении дисциплины предполагается, что студент имеет соответствующую математическую подготовку в области дифференциального и интегрального исчисления, комплексных чисел и тригонометрических функций, а также знаком с теорией цепей, рассматриваемыми в курсе «Теоретические основы электротехники».

### 1.3. Роль и место курса «Основы преобразовательной техники» в структуре реализуемой образовательной программы

Курс «Основы преобразовательной техники» является специальной дисциплиной в учебном плане специальности 210106 (федеральная компонента), который определяет профиль будущего специалиста. Он базируется на дисциплинах; физика, математика, ТОЭ, полупроводниковые приборы. Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении данного курса, требуют более углубленного изучения ряда специальных дисциплин и в первую очередь микроэлектроники, микропроцессорной техники.

Для успешного проектирования, исследования, наладки и эксплуатации вентильных преобразователей и их систем управления, предназначенных для различных отраслей, выпускник должен знать промышленные технологии и используемое в них электрооборудование, включая электрические машины и электропривод, силовую электронику и микроэлектронику, электрические аппараты, измерительную, вычислительную и микропроцессорную технику, а также владеть математическими методами и теорией автоуправления.

1.4. Объемы учебной работы и предусмотренные рабочими учебными планами реализуемой образовательной программы, формы аттестации ее результатов

Характеристика учебной работы и трудоемкость изучения дисциплины, выраженные в объемах, как в целом, так и в разрезе различных видов учебной деятельности студента, предусмотренные рабочим учебным планом, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика трудоемкости курса «Основы преобразовательной техники»

Виды учебной работы	Семестр	Объемы учебной работы (в семестре/в неделю), ч.			Объемы учебной работы в кредитах «зачетных единицах»
		Аудиторные	Самостоятельная работа	Всего	
1	2	3	4	5	6
1. Предусмотренный рабочим учебным планом объем изучения курса в учебных семестрах:					
-всего,		51/3	49/7	150/10	4
-в т.ч. по семестрам	7	51/3	49/7	150/10	4
2. По видам аудиторных занятий:					
-лекции	7	34/2		34/2	1
--лабораторные занятия		17/1		17/1	0,5
3. Аттестация по курсу:					
-зачеты					
-экзамены					
4. Итого объем курса по семестрам (записи в зачетную книжку):					
-итоговая оценка	7			50	1,5
5. Итого трудоемкость курса (дисциплины)	-	-	-	150	4

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «Основы преобразовательной техники»

В курсе «Основы преобразовательной техники» обращено внимания на единство математических структур выпрямителей и регуляторов переменного напряжения и общие для них физические закономерности. На первой же лекции *рассматриваем обобщенную структуру* вентильного преобразователя (трехфазного выпрямителя и трехфазного регулятора переменного напряжения с единой для них силовой схемой и системой управления) *и на ее основе частные схемные решения*, Экспериментальными осциллограммами и расчетами на ЭВМ в среде MATLAB показываем, что это одно устройство, которое может использоваться по двум назначениям. Следовательно, *для этих двух преобразователей* это один *общий раздел курса*. Далее во всех подразделах курса рассматриваются частные схемные решения, т.е. все классические однофазные и трехфазные выпрямители и регуляторы переменного напряжения.

Курс рассчитан на 34 лекционных часа и включает в себя следующие основные вопросы:

- теоретические основы работы однофазных и трехфазных выпрямительных преобразователей и регуляторов переменного напряжения;
- регулировочные свойства и энергетические показатели;
- специальные режимы работы выпрямителей и регуляторов переменного напряжения;
- элементы защиты;
- взаимодействие выпрямителей и регуляторов переменного напряжения с сетью и нагрузкой.

Как объект изучения *преобразователь* содержит вентильный коммутатор и систему управления. В его составе также может быть силовой трансформатор и пассивный фильтр тока нагрузки. В последнее время для преобразователей стали также предназначать активные фильтры тока сети.

Вентили коммутатора (силовые диоды, RCS- и GTO-тиристоры, MOSFED- и IGBT-транзисторы и модули), изучаются в курсе «Полупроводниковые приборы», трансформаторы – в курсе «Элементы магнитной техники», резонансные пассивные фильтры – в курсе «ТОЭ», элементы систем управления (генераторы импульсов специальной формы, усилители, компараторы, дифференциаторы и интеграторы, различные логические элементы и др. аналого-цифровые устройства) – в курсе микроэлектроника. В данном же курсе изучаются устройства, представляющие собой сочетание указанных элементов.

### 3. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «Основы преобразовательной техники»

#### 3.1. Лекции

Лекции по курсу «Основы преобразовательной техники» предусматривают рассмотрение теоретических и проблемных вопросов в концентрированной, логически представленной форме, а также состояния и перспектив практического использования теоретических концепций теории электропривода.

График лекционного курса «Основы преобразовательной техники» представлен в табл. 2.

Таблица 2

#### Программа лекций курса «Основы преобразовательной техники»

№ п/п	Тематика лекций	Кол-во академических часов
1	2	3
1	Введение. Основные виды преобразования электрической энергии с помощью вентилей Теоретические основы работы однофазных и трехфазных выпрямительных преобразователей и регуляторов переменного напряжения; схемы и диаграммы.	8
2	Регулировочные свойства и энергетические показатели. Уравнения и графики характеристик.	10
3	Особенности работы мощных преобразователей. Специальные режимы работы выпрямителей и регуляторов переменного напряжения	4
4	Системы управления вентильными преобразователями. Коммутационная и измерительная аппаратура, элементы защиты.	8
5	Взаимодействие выпрямителей и регуляторов переменного напряжения с сетью и нагрузкой	2
6	Выбор элементов преобразователей.	2
Итого в 7 семестре		34
Итого по курсу (дисциплине) в целом		34

#### 3.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия направлены на закрепление и углубление, практическое подтверждение теоретических концепций курса, а также на форми-

рование и развитие умений и навыков планирования и проведения эксперимента. График реализации лабораторного практикума приведен в табл. 3.

Таблица 3

График реализации лабораторного практикума

№ п/п	Кол-во академических часов	Наименования лабораторных работ
1.	4	Исследование двухполупериодного тиристорного выпрямителя с шунтирующим диодом.
2.	4	Исследование трехфазных выпрямителей с естественной коммутацией.
3.	4	Исследование трехфазных регуляторов переменного напряжения с естественной коммутацией.
4.	4	Исследование реверсивных выпрямителей с искусственной коммутацией.
5.	2	Исследование маловентильного реверсивного преобразователя со смешанной коммутацией.

Подробные описания лабораторных работ и методические указания по их выполнению приведены в /6/.

### 3.5. Объем, структура и содержание самостоятельной работы студентов, график ее выполнения

Самостоятельная работа проводится в вычислительном центре кафедры с использованием специализированного программного обеспечения PSM, Matlab, Mathcad в специализированной лаборатории кафедры и в читальном зале университета.

Виды самостоятельной работы студентов:

- подготовка к лекциям;
- выполнение домашних практических заданий;
- подготовка к лабораторным экспериментам, оформление отчета и подготовка к защите;
- самостоятельное изучение отдельных теоретических разделов курса;
- подготовка к итоговой контрольной.

Таблица 3

## График выполнения самостоятельной работы студентов в 7 семестре

Вид самостоятельной работы	Число часов в неделю																	Итого по видам работы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к лекциям	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	6,6
Подготовка к практическим занятиям																		
Подготовка отчета по лабораторным работам и к их защите		2		2		2		2		2		2,4		2,5		2,5		17,4
Изучение теоретических разделов курса					2,5				2,5				3					7
Подготовка к контрольным мероприятиям							3								3			6
Выполнение и защита курсового проекта																		
Подготовка к аттестации																		12
ИТОГО	0,2	2,4	0,4	2,4	2,9	2,4	3,4	2,4	2,9	2,4	0,4	2,4	3,4	2,9	3,4	2,4	0,4	49

## 4. ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ

### 4.1. Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости студентов

Для текущего контроля используется периодическая в течение семестра оценка результатов учебной деятельности каждого студента с учетом активности на практических и лабораторных занятиях, выполнения домашних заданий и графика выполнения самостоятельной работы (см. табл. 3).

Примерный перечень домашних заданий приведен в приложении 2.

### 4.2. Технологии и методическое обеспечение промежуточной аттестации

Данный курс изучается в течение одного семестра (седьмого) и рабочим учебным планом предусмотрена промежуточная аттестация по курсу в целом в форме зачета и экзамена.

Промежуточная аттестация в форме зачета проводится по результатам учебной деятельности каждого студента с учетом его активности на практических и лабораторных занятиях, выполнения домашних заданий и графика выполнения самостоятельной работы. При этом зачет может быть выставлен без дополнительного в форме экзамена опроса при наличии условий:

- выполнены и защищены в срок все лабораторные работы;
- представлены решения всех заданий (аудиторные и домашние);
- представлен и защищен в срок курсовой проект.

Промежуточная аттестация по курсу в форме экзамена проводится путем совмещения устной и письменной формы. Каждому студенту на экзамене выдаются два теоретических вопроса и задача. Перечень экзаменационных вопросов приведен в приложении 1, экзаменационных задач – в приложении 2. Экзаменационная оценка «отлично» или «хорошо» может быть выставлена студенту без дополнительного опроса по результатам текущей учебной работы в течение семестра, с учетом его активности на практических и лабораторных занятиях, выполнения домашних заданий и графика выполнения самостоятельной работы и при наличии условий, перечисленных выше (для зачета).

### 4.3. Технологии и методическое обеспечение контроля выживаемости знаний, умений и навыков, сформированных при изучении курса

Выживаемость знаний, умений и навыков, приобретенных в результате изучения данного курса, выявляются при проведении итогового междисциплинарного экзамена и при государственной аттестации и аккредитации специальности. Педагогические измерительные материалы (ПИМ) по специальности включает в себя вопрос по ОПТ. ПИМы хранятся на кафедре ПЭ.

## 5. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА «Основы преобразовательной техники»

### 5.1. Список основной учебной и учебно-методической литературы

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. – М.: Высшая школа, 1982.
2. Энергетическая электроника: Справочное пособие: Пер. с нем./ Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 464 с.
3. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники. – М.: Высш. шк., 1980. – 424 с.
4. Каганов И.Л. Промышленная электроника. – М.: Высш. шк., 1968. – 560 с.
5. Розанов Ю.К. Основы силовой преобразовательной техники. – М.: Энергия, 1979. – 392 с.
6. Зиновьев Г.С. Основы преобразовательной техники. – Новосибирск: НЭТИ, 1981. – 115 с.
7. Климаш В.С. Регулировочные свойства, энергетические коэффициенты математическое моделирование выпрямителей и регуляторов переменного напряжения.: Учеб. пособие. - Комсомольск-на-Амуре: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2004 (гриф УМО-ДВРУМЦ) -114 с.

### 5.2. Список дополнительной учебной, учебно-методической и научной литературы

1. Чебовский О.Г., Моисеев Л.Г., Недошивин Р.П. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник. – М.: Энергоиздат, 1985. – 401 с.
2. Горюнов Н.Н. Полупроводниковые приборы. Диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 400 с.
3. Замятин В.Я., Кондратьев В.В., Петухов В.М. Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры: Справочник. – М.: Радио и связь, 1988. – 576 с.
4. Архангельский Н.Л., Курнышев Б.С. Характеристики полупроводниковых преобразователей/ Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2000. – 72 с.
5. Архангельский Н.Л., Курнышев Б.С., Литвинский А.Н. Характеристики и защита полупроводниковых преобразователей/ – Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2000. – 96 с.
6. Ланген А.М. Расчет мощности трансформатора выпрямительной установки// Электричество. 1999. No 10.
7. Справочник по автоматизированному электроприводу/ Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с

### 5.3. Перечень программных продуктов, используемых при изучении курса Стандартные программы WINDOWS: PSM, MatLab, MathCAD

### 5.4. Материально-технические ресурсы

Материально-техническое обеспечение дисциплины:  
Специализированные лабораторные стенды в лаборатории электрического электропривода, преобразователи, нагрузочные устройства, измерительная техника, устройства сопряжения с внешними цепями. Комплект демонстрационных плакатов.

## Вопросы к экзамену

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Один вопрос по выпрямителям, другой – по регуляторам переменного напряжения. В вопросе указывается название устройства и тип коммутации (естественная или искусственная). Примерный план ответа на вопрос следующий:

- а) схема устройства;
- б) принцип действия, оперируя временными диаграммами при различном характере нагрузки;
- в) вывод уравнения регулировочной характеристики и ее график;
- г) энергетические показатели устройства.

1. Однофазный диодный двухполупериодный выпрямитель со средней точкой.
2. Однофазный тиристорный двухполупериодный выпрямитель со средней точкой.
3. Однофазный тиристорный двухполупериодный выпрямитель со средней точкой и шунтирующим диодом.
4. Однофазный диодный мостовой выпрямитель.
5. Однофазный тиристорный мостовой выпрямитель.
6. Однофазный диодно-тиристорный мостовой выпрямитель.
7. Однофазный транзисторный выпрямитель с симметричным управлением.
8. Однофазный нулевой инвертор, ведомый сетью.
9. Однофазный мостовой инвертор, ведомый сетью.
10. Однофазный нулевой реверсивный выпрямитель.
11. Однофазный мостовой реверсивный выпрямитель.
12. Трехфазный нулевой диодный выпрямитель.
13. Трехфазный мостовой диодный выпрямитель.
14. Трехфазный нулевой тиристорный выпрямитель.
15. Трехфазный мостовой тиристорный выпрямитель.
16. Трехфазный мостовой выпрямитель.
17. Трехфазный нулевой реверсивный тиристорный выпрямитель.
18. Трехфазный мостовой реверсивный тиристорный выпрямитель.
19. Трехфазный мостовой реверсивный транзисторный выпрямитель.
20. Трехфазный нулевой инвертор, ведомый сетью.
21. Трехфазный мостовой инвертор, ведомый сетью.
22. Однофазные ключи с двухсторонней проводимостью тока.
23. Однофазный тиристорный регулятор переменного напряжения с ЕК.
24. Однофазный диодно-тиристорный регулятор переменного напряжения с ЕК.
25. Однофазный диодно-тиристорный регулятор переменного напряжения с ИК.
26. Трехфазный тиристорный регулятор переменного напряжения с ЕК при R-нагрузке.
27. Трехфазный тиристорный регулятор переменного напряжения с ЕК при L-нагрузке.

28. Трехфазный тиристорный регулятор переменного напряжения с ИК при RL-нагрузке.
29. Трехфазный импульсный диодно-транзисторный регулятор переменного напряжения.
30. Импульсные регуляторы постоянного напряжения и способы их управления.