

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

канд. техн. наук, доцент _____ А.В. Белоусов

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
факультативной дисциплины

Преобразовательная техника

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2019

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение устройства, принципов действия, а также особенностей полупроводниковых преобразователей электроэнергии.

Основными задачами являются:

Изучение принципов построения силовой части и организации управления устройствами преобразовательной техники.

Изучение структур, принципов организации систем управления устройствами преобразовательной техники.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- назначение, классификацию, основные схемотехнические решения устройств преобразовательной техники и принципы их построения;- принцип действия, параметры, область применения современных полупроводниковых приборов, применяемых в преобразовательной технике, особенности их конструкции;- принцип действия и особенности функционирования основных типов преобразователей электроэнергии;- устройство и принцип действия систем управления преобразователями;- основные соотношения параметров и энергетические характеристики преобразователей. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- производить расчет параметров и выбор полупроводниковых приборов преобразователей автоматизированного электропривода и систем автоматизации;- производить, в соответствии с заданием, расчет и проектирование полупроводниковых преобразователей для автоматизированного электропривода;- использовать на практике методы и критерии выбора преобразователей для систем автоматизации и электропривода. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">- навыками расчета и проектирования полупроводниковых преобразователей.

3. ОБЪЕМ ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость составляет 2 зач. единиц, 72 часа.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость, час	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34
Лекции	17
Практические занятия	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	38
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	38
Форма промежуточной аттестации	зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие сведения о преобразовательной технике					
1.1	Введение. Классификация устройств преобразовательной техники. Основные характеристики преобразователей.	1	1	–	2
1.2	Элементная база устройств преобразовательной техники. Полупроводниковые вентили, трансформаторы и реакторы, конденсаторы.	1	1	–	2
2. Управляемые выпрямители					
2.1	Классификация выпрямителей. Параметры выпрямителей. Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевой точкой с различной нагрузкой. Однофазный двухполупериодный мостовой выпрямитель с различной нагрузкой.	1	1	–	2
2.2	Трехфазный управляемый выпрямитель с общей нулевой точкой и трехфазный мостовой управляемые выпрямители с различной нагрузкой	1	1	–	2
2.3	Коммутация тока, внешние характеристики выпрямителей. Энергетические показатели выпрямителей. Высшие гармонические составляющие в кривой выпрямленного напряжения и первичного тока выпрямителей	1	1	–	2
3. Импульсные преобразователи постоянного напряжения					
3.1	Общие положения. Классификация. Понижающий импульсный преобразователь постоянного напряжения. Устройство и принцип действия. Способы управления. Основные характеристики.	1	2	–	2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
3.2	Повышающий импульсный преобразователь постоянного напряжения. Устройство и принцип действия. Способы управления. Основные характеристики.	1	2	–	4
4. Корректоры коэффициента мощности и силовые активные фильтры					
4.1	Однофазные и трехфазные активные выпрямители. Общие положения. Устройство и принцип действия. Способы управления. Основные характеристики.	1	2	–	4
4.2	Силовые активные фильтры. Общие положения. Классификация. Устройство и принцип действия. Управление. Основные характеристики.	1	2	–	4
5. Преобразователи частоты					
5.1	Частотные преобразователи на базе автономных инверторов, их классификация. Способы формирования и регулирования выходного напряжения однофазных автономных инверторов напряжения	1	–	–	1
5.2	Способы формирования и регулирования выходного напряжения трехфазных автономных инверторов напряжения	1	2	–	4
5.3	Учет коммутационных процессов в автономных инверторов напряжения. Автономный параллельный инвертор тока.	1	–	–	1
5.4	Гармонический состав выходного напряжения трехфазного инвертора. Непосредственные преобразователи частоты.	1	–	–	1
5.5	Многоуровневые инверторы. Выпрямительный режим работы автономных инверторов. Основные характеристики инверторов	1	–	–	1
6. Системы управления устройств преобразовательной техники					
6.1	Принципы построения и основные узлы систем управления тиристорными преобразователями. Схемы, принцип действия.	1	2	–	4
6.2	Системы управления преобразователями на основе микропроцессорной техники. Архитектура, периферийные модули.	1	–	–	1
6.3	Принципы построения защит силовых элементов преобразователей. Схемы, принцип действия, временные диаграммы.	1	–	–	1
	ВСЕГО	17	17	–	38

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о преобразовательной технике	<ol style="list-style-type: none">1. Изобразите вольтамперную характеристику полупроводникового диода и объясните ее характер.2. Изобразите вольтамперную характеристику тиристора и объясните ее характер.3. Изобразите вольтамперную характеристику биполярного, полевого транзисторов и объясните их характер
2	Управляемые выпрямители	<ol style="list-style-type: none">4. Изобразите блок схему выпрямителя и объясните назначение каждого элемента.5. Какие параметры характеризуют работу выпрямителя?6. Какое влияние оказывает на форму токов во вторичной и первичной обмотках трансформатора наличие индуктивности в цепи нагрузки?7. Объясните работу трехфазной мостовой схемы выпрямления при работе на активно – индуктивную нагрузку8. Определите действующие значения токов в обмотках трансформатора9. Определите характер регулировочной характеристики при работе однотактного выпрямителя на активную и индуктивную нагрузку10. Поясните, каким образом образуется режим прерывистых токов?11. Какие параметры выпрямителя влияют на угол коммутации для неуправляемых и управляемых выпрямителей?12. Как влияют на коэффициент мощности диапазон изменения угла управления и угла коммутации?13. Что такое внешняя характеристика выпрямителя и, какое влияние на нее оказывает изменение угла управления?14. Напишите основные условия перехода управляемого выпрямителя в режим зависимого инвертора15. Определите и поясните характер внешних характеристик зависимого инвертора16. Объясните явление срыва коммутации зависимого инвертора17. Поясните особенности коммутации зависимых инверторов
3	Импульсные преобразователи постоянного напряжения	<ol style="list-style-type: none">18. Назначение импульсных преобразователей постоянного напряжения и их классификация.19. Понижающий импульсный преобразователь постоянного напряжения. Схема, принцип действия понижающего импульсного преобразователя постоянного напряжения. Назначение элементов. Временные диаграммы. Характеристики. Параметры.

		20. Повышающий импульсный преобразователь постоянного напряжения. Схема, принцип действия понижающего импульсного преобразователя постоянного напряжения. Назначение элементов. Временные диаграммы. Характеристики. Параметры.
4	Корректоры коэффициента мощности и силовые активные фильтры	21. Однофазные активные выпрямители. Общие положения. Устройство и принцип действия. Способы управления. Основные характеристики. 22. Трехфазные активные выпрямители. Общие положения. Устройство и принцип действия. Способы управления. Основные характеристики. 23. Силовые активные фильтры. Общие положения. Классификация. Устройство и принцип действия. Управление. Основные характеристики.
5	Преобразователи частоты	24. По каким признакам, и на какие основные типы подразделяются преобразователи частоты? 25. Чем отличается инвертор тока от инвертора напряжения? 26. Какими способами можно регулировать выходное напряжение преобразователей частоты со звеном постоянного тока? 27. Объясните работу преобразователя частоты с инвертором в режиме широтно-импульсной модуляции. 28. Объясните роль емкости, подключенной параллельно неуправляемому выпрямителю. 29. На какие основные типы подразделяются непосредственные преобразователи частоты? 30. Объясните принцип построения силовой схемы непосредственного преобразователя частоты. 31. Назовите принципы формирования выходного напряжения преобразователя.
6	Системы управления преобразователей	32. Объясните принципы построения систем управления выпрямителем. 33. Чем отличается вертикальный принцип управления от горизонтального? 34. Какие виды защит применяются в силовой преобразовательной технике?

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **зачета**.

Зачет представляет собой собеседование преподавателя с обучающимся по изученным темам. Зачет включает ответ на два теоретических вопроса из разных разделов дисциплины, для чего формируются билеты. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент получает случайным образом, отводится время в пределах 30-40 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель может задать дополнительные вопросы с целью уточнения имеющихся у студента знаний, проверки его индивидуальных возможностей, уровня усвоения материала дисциплины.

Перечень теоретических вопросов по всем разделам дисциплины находится в открытом для студентов доступе, практические задачи рассматриваются в течение семестра на практических занятиях. Перечень

вопросов в каждом билете находиться в закрытом доступе для студентов. Ежегодно на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения зачета по дисциплине. Зачет в виде собеседования является значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Типовой вариант билета для проведения зачета

**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА**

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Дисциплина: «Преобразовательная техника»

Билет № ____

1. Изобразите вольтамперную характеристику тиристора и объясните ее характер.
2. Силовые активные фильтры. Общие положения. Классификация. Устройство и принцип действия. Управление. Основные характеристики.

Одобрено на заседании кафедры « ____ » _____ Протокол № ____
Заведующий кафедрой _____ А.В. Белоусов

5.2. Критерии оценивания зачета

Оценка	Критерии оценивания
5	Студент полностью и правильно ответил на вопросы билета. Студент владеет теоретическим и практическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения. Ответил на все дополнительные вопросы.
4	Студент ответил на вопросы билета с небольшими неточностями. Студент владеет теоретическим и практическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Студент ответил на вопросы билета с существенными неточностями. Студент владеет теоретическим и практическим материалом, при этом допускает ошибки, однако самостоятельно может исправить их, используя конспект лекций, а так же учебно-методические пособия. При ответах на дополнительные вопросы допускает много неточностей.
2	При ответе на теоретические вопросы билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. Допускает существенные ошибки. Используя конспект лекций, а так же справочные материалы и учебную литературу не может правильно ответить на вопросы билета. При ответах на дополнительные вопросы допускает множество неправильных ответов.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

6.1. Перечень основной литературы

1. Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. – СПб.: издательство «Лань», 2013. – 496с. Режим доступа ЭБС «Лань»

https://e.lanbook.com/book/12948#book_name.

2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника [Электронный ресурс]/ Мелешин В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2005.— 623 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31873>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гейтенко Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.— 447 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8713>.— ЭБС «IPRbooks».

4. Силовая электроника: метод. указания к выполнению лаб. работ / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. электротехники и автоматики; сост.: М.А. Авербух, Д.И. Пожаров. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. - 101 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Герман-Галкин, С. Г. Силовая электроника: лаб. работы на ПК / С.Г.Герман-Галкин. - Санкт-Петербург : КОРОНА принт, 2002. - 302 с. + 1 дискета. - (Компьютерная лаборатория).

2. Рама Редди, С. Основы силовой электроники / С. Рама Редди; пер. с англ. В. В. Масалова; под ред. Д. П. Приходько. - Москва : Техносфера, 2006. - 287 с.

3. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных. - Санкт-Петербург: ПИТЕР; Москва: ДМК Пресс, 2008. - 288 с.

4. Семенов Б.Ю. Силовая электроника. Профессиональные решения [Электронный ресурс]/ Семенов Б.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7757>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Семенов Б.Ю. Силовая электроника. От простого к сложному [Электронный ресурс]/ Семенов Б.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8674>.— ЭБС «IPRbooks».

6. Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс]/ Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 228 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31876>.— ЭБС «IPRbooks».

7. Мелешин, В.И. Управление транзисторными преобразователями электроэнергии : научное издание / В.И. Мелешин, д.А. Овчинников. - М.: Техносфера, 2011. - 576 с. : ил., табл., схем. - (Мир радиоэлектроники). - Библиограф. - ISBN 978-5-94836-260-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443320>.

8. Баховцев И.А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Баховцев И.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009.— 109 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45111>.— ЭБС «IPRbooks».

9. Энциклопедия устройств на полевых транзисторах [Электронный ресурс]/ В.П. Дьяконов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 513 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8638>.— ЭБС «IPRbooks»

10. Кобзев А.В. Энергетическая электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кобзев А.В., Коновалов Б.И., Семенов В.Д.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010.— 164 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14001>.— ЭБС «IPRbooks».

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Статьи по силовой электронике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electrum-av.com/ru/2013-12-02-11-54-15/stati.html> – Заглавие с экрана.

2. Электронный ресурс <http://prosau.ru/category/logo>. Сайт о промышленной автоматике и электронике. [Электронный ресурс] URL// <http://prosau.ru/category/logo>

3. Сайт Чип и Дип, рубрики: электронные компоненты, приборы и инструменты, наука и техника. [Электронный ресурс] URL//www.cipdip.ru/video

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – компьютерный класс М424, оснащенный презентационной техникой (проектор AcerProjector P1165) и персональными компьютерами (IntelCore i3-8100 CPU 3.60 ГГц/ Gigabyte Z370 HD3/ RAM 8192 Мб/ HDD 1 Тб/ NVIDIA GeForce GTX 750/ АОС 23,8"/ ASUS DRW-24D5MT/ Wi-Fi/ LAN100Mb/ CyberPower BS850E), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет. Для занятий используется предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft: Windows 10 Корпоративная (Enterprise) (№ дог. E04002C51M), OfficeProfessionalPlus 2016 (№ дог. E04002C51M), специализированное программное обеспечение для расчета и моделирования электрических схем в установленном и переходном режимах: Matlab 2013b № договора 362444, математический редактор MathcadExpress (бесплатная версия), KeiluVision (бесплатная версия), комплект электронных презентаций.

Практические занятия и лабораторные занятия – компьютерный класс М424, оснащенный презентационной техникой (проектор AcerProjector P1165) и персональными компьютерами (IntelCore i3-8100 CPU 3.60 ГГц/ Gigabyte Z370 HD3/ RAM 8192 Мб/ HDD 1 Тб/ NVIDIA GeForce GTX 750/ АОС 23,8"/ ASUS DRW-24D5MT/ Wi-Fi/ LAN100Mb/ CyberPower BS850E), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет. Для практических занятий используется предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft: Windows 10 Корпоративная (Enterprise) (№ дог. E04002C51M), OfficeProfessionalPlus 2016 (№ дог. E04002C51M), специализированное программное обеспечение для расчета и моделирования

электрических схем в установившемся и переходном режимах: Matlab 2013b № договора 362444, математический редактор MathcadExpress (бесплатная версия), KeilVision (бесплатная версия).

Оборудование:

- комплект разработчика производства компании «Миландр» на базе микроконтроллера K1986BE92QI;
- осциллографы - GOS-620, GRS-6052A.

Составитель: канд. техн. наук _____ Ю.В. Скурятин

Заведующий кафедрой электроэнергетики
и автоматики: канд. техн. наук, доцент _____ А.В. Белоусов

«_____» _____ 2019 г.