

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и управления

А.С. Гудим

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Силовая электроника»

Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматизация

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Доцент, Кандидат технических наук

Дерюжкова Н.Е

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

«Электропривод и автоматизация промышленных установок»

Черный С.П.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Силовая электроника» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации от 28.02.2018 № 144, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электропривод и автоматизация» по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника».

Задачи дисциплины	Освоение теоретических и практических знаний о функционировании современных устройств силовой электроники для регулируемого электропривода. Приобретение навыков составления функциональных, структурных и принципиальных схем устройств силовой электроники
Основные разделы / темы дисциплины	Полупроводниковые приборы для устройств силовой электроники. Силовые схемы вентильных преобразователей переменного тока в постоянный и расчет их основных параметров и характеристик. Импульсные преобразователи. Преобразователи частоты.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Силовая электроника» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1)

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1 Способность проводить обследование оборудования объектов профессиональной деятельности	ПК- 1.1 Знать методики определения характеристик устройств силовой электроники при различных режимах работы.	Знать статические и динамические свойства преобразовательных устройств и техническую реализацию функциональных блоков
	ПК-1.2 Уметь выполнять расчеты по определению параметров элементов силовой электроники для технических проектов систем электропривода	Уметь проводить анализ экспериментальных данных по результатам исследования различных устройств преобразовательной техники.
	ПК 1.3 Владеть навыками составления отчета по результатам выполненного обследования преобразовательных устройств	Владеть навыками оформления графических и текстовых разделов по определению параметров элементов силовой электроники в технических проектах

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Силовая электроника» частично реализуется в форме практической подготовки.

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Силовая электроника» изучается на 2 курсе, 3 семестре. Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 72 ч., промежуточная аттестация в форме экзамена, самостоятельная работа обучающихся, 108 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия			
Раздел 1 Полупроводниковые приборы для устройств силовой электроники						
Тема 1.1 Ключевой режим работы полупроводниковых приборов. Полупроводниковые диоды. Тиристоры	2					2
Тема 1.2 Полевые транзисторы. Биполярные транзисторы с изолированным затвором	2					2
Тема 1.3 Управление силовыми транзисторами с изолированным затвором	2					2
Типовые схемы выпрямителей .Расчетные параметры трансформаторов и тиристоров.		2				2
Раздел 2 Силовые схемы вентильных преобразователей переменного тока в постоянный и расчет их основных параметров и характеристик						
Тема 2.1 Основные расчетные параметры трехфазного нулевого выпрямителя. Компенсация потоков вынужденного намагничивания.	2					2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия			
Расчет основных параметров однофазных выпрямителей. Построение кривых выпрямленной ЭДС и токов при работе на активную нагрузку и в режиме идеального сглаживания.		2				1
Тема 2.2 Характерные области управления трехфазного нулевого выпрямителя при работе на различные виды нагрузок.	2					2
Расчет регулировочных характеристик однофазного и трехфазного выпрямителей при работе на различные виды нагрузок.		2				2
Тема 2.3 Анализ работы трехфазных выпрямителей с учетом коммутационных процессов. .	2					2
Расчет и построение кривых мгновенных значений выпрямленного напряжения и тока вентилей в трехфазной мостовой схеме.		2				2
Тема 2.4 Внешние характеристики трехфазного мостового выпрямителя в трех режимах работы.	2					2
Расчет угла коммутации и построение кривых выпрямленного напряжения и тока трехфазных нулевых выпрямителей.		4				2
Тема 2.5 Принципы построения систем управления тиристорными преобразователями. Многоканальные СИФУ с вертикальным принципом управления.	2					4
Расчет угла коммутации и построение кривых выпрямленного напряжения и тока трехфазных мостовых выпрямителей.		2				2
Тема 2.6 Реверсивные преобразователи. Способы управления комплектами реверсивного преобразователя. Датчики закрытого состояния вентилей. Логическое переключающее устройство. Изучение технической реализации основных узлов системы управления	4*					4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия			
Расчет и выбор уравнивающего реактора и сглаживающего дросселя в реверсивных преобразователях.		4				2
Тема 2.7 Инверторы, ведомые сетью. Анализ работы трехфазного нулевого инвертора с учетом коммутационных процессов.	2					2
Тема 2.8 Входные характеристики инверторов, ведомых сетью	2					2
Расчитать среднее значение активной мощности трехфазного нулевого инвертора, поступающей в сеть переменного тока.		2				2
Расчет трехфазного мостового инвертора Построение кривых напряжений и токов на полюсах инвертора. ведомого сетью.		4				2
Раздел 3 Импульсные преобразователи						
Тема 3.1 Принципы построения импульсных преобразователей. Последовательные и параллельные импульсные преобразователи	2					2
Расчет и выбор элементов защиты вентильных преобразователей.		4				2
Тема 3.2 Реверсивные импульсные преобразователи. Законы коммутации.	2					4
Расчет электромеханических характеристик систем ТП –Д, ШИП- Д.		4				4
Тема 3.3 Тиристорные регуляторы переменного напряжения.	2					4
Раздел 4 Преобразователи частоты						
Тема 4.1 Преобразователи частоты, их классификация. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока.	2					3
Тема 4.2 Автономные инверторы напряжения (АИН). Способы формирования выходного напряжения АИН.	1					4
Расчет основных параметров автономного трехфазного мостового инвертора		4				2
Тема 4.3 Автономные инверторы тока.	1					4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия			
Тема 4.4 Преобразователи частоты с непосредственной связью (ПЧНС). Принцип работы ПЧНС с однофазным выходом. Законы формирования кривой выходного напряжения	2					4
ИТОГО по дисциплине	36	36		1	35	72

*- реализуется в форме практической подготовки

5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Рабочий учебный план / Реестр литературы*.

6.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС*.

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета

<https://knastu.ru/page/3244>

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) **13.00.00 Электро- и тепло-энергетика**:

<https://knastu.ru/page/539>

7 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

7.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

7.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

7.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

7.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

7.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html
Математический редактор MathCad	Сервисный контракт #2A1820328, лицензионный ключ, договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012

Для проведения лекционных занятий применяется аудитория с мультимедиа-проектором.

8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Рабочий учебный план / Реестр ПО.*

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета: <https://knastu.ru/page/1928>

8.2 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Лаборатория ЭВМ и вычислительных промышленных сетей	Персональные компьютеры
Лаборатория систем управления электроприводами	Лабораторные стенды

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Практические занятия.

Для практических занятий используется аудитория № 214 корпус 3, оснащенная оборудованием, указанным в таблице п.8.2.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 214 корпус № 3).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.