

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
Факультет энергетики и управления

_____ Гудим А.С.

« ____ » _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Энергетическая электроника»

Направление подготовки	<i>11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>«Промышленная электроника»</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Промышленная электроника»</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры, Кандидат технических наук _____ Соколовский М.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Кафедра «Промышленная электроника» _____ Любушкина Н.Н.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Энергетическая электроника» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 959 от 22.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Промышленная электроника» по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и наноэлектроника».

Задачи дисциплины	Принципы построения промышленных преобразователей с учетом математической структуры и физических закономерностей объектов управления
Основные разделы / темы дисциплины	1. Современная элементная база энергетической электроники. 2. Современная схемотехника энергетической электроники. 3. Современные алгоритмы устройствами энергетической электроники. 4. Системы энергетической электроники.

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

Процесс изучения дисциплины «Энергосберегающие электронные устройства» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-2 Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	ПК-2.1 Знает схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-2.2 Умеет разрабатывать технические задания на выполнение проектных работ ПК-2.3 Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники	Знать принципы построения промышленных преобразователей с учетом математической структуры и физических закономерностей объектов управления. Уметь создавать и эксплуатировать системы управления промышленными преобразователями. Владеть навыками разработки систем управления на структурном, функциональном и принципиальном уровне.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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 / 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Энергетическая электроника» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем выполнения лабораторных работ.

Практическая подготовка реализуется на основе Профессионального стандарта 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)». Обобщенная трудовая функция: А. Эксплуатация сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.

Дисциплина «Энергетическая электроника» в рамках воспитательной работы направлена на формирование профессиональных умений, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

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 «Энергетическая электроника» изучается на первом курсе в первом семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 37 ч., промежуточная аттестация в форме экзамена 35 часов.

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	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 1.1 MOSFET, IGBT - транзисторы и модули	2					4
Тема 1.2 GTO, IGCT – тиристор и модули	1					4
Тема 1.3 Интеллектуальные модули с естественной и искусственной коммутацией	1					4
Инверторы напряжения с ШИМ для электропривода переменного тока			2*			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	Практические занятия	Лабораторные работы			
Транзисторный циклоконвертер			4*			4
Транзисторный преобразователь для постоянного тока			4*			4
Тема 2.1 Способы управления инверторами напряжения	1					4
Тема 2.2 Однофазный инвертор напряжения с ШИМ на IGBT-модуле	1					4
Тема 2.3 Трехфазный инвертор напряжения с ШИМ на IGBT-модуле	1					4
Трехфазный инвертор напряжения с ШИМ при работе на силовой трансформатор			4*			4
Трехфазный инвертор напряжения с ШИМ при работе на асинхронный двигатель			2*			4
Тема 3.1 Тиристорный инвертор тока	2					6
Тема 3.2 Способы повышения энергетической эффективности и качества электроэнергии на основе устройств СЭ	1					6
Бесперебойный источник питания			4*			4
Тиристорный инвертор тока			4*			6
Тема 4.1 Активный фильтр тока сети	2					6
Экзамен	-	-	-	1	35	-
ИТОГО по дисциплине	12	-	24	-	-	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 литература и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 11.04.04 Электроника и наноэлектроника / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1) Исследование тиристорного двухполупериодного выпрямителя с шунтирующим диодом: Методические указания. /В.С. Климаш. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 16 с.

2) Климаш, В.С. Инверторы напряжения с широтно-импульсной модуляцией: учебное пособие для вузов / В. С. Климаш. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2010. – 106 с.

3) Климаш В.С. Тиристорные выпрямители и регуляторы переменного напряжения (аналитические соотношения, характеристики, обобщенное моделирование) Учебное пособие. / В.С Климаш., А.М. Константинов– Хабаровск, ДВГУПС, 2021. – 140 с.

4) Климаш В.С. Лабораторный практикум по курсам «Основы преобразовательной техники» и «Энергетическая электроника»: учебное пособие / В.С. Климаш. – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во КНАГТУ, 2005.

6.3 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 / 11.04.04 Электроника и наноэлектроника / 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>

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

1) INSTRUCTOR WORKBOOK. QNET DC Motor Control Trainer for NI ELVIS [Электронный ресурс]: QNET- DCMCT_Workbook (Student).pdf /Quanser NI. – Электрон. документация к прибору. – Canada: QUANSER Inc, 2011. – Режим доступа: <http://www.quanser.com>.

2) INSTRUCTOR WORKBOOK. QNET VTOL for NI ELVIS [Электронный ресурс]: QNET- VTOL_Workbook (Student).pdf /Quanser NI. – Электрон. документация к прибору. – Canada: QUANSER Inc, 2011. – Режим доступа: <http://www.quanser.com>.

7 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием 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 (практически-ми) 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 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.

7.4 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.

7.4.1 Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к лабораторным работам

Начинать необходимо с изучения рекомендованной литературы. Следует помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой

работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в графическом материале.

7.4.2 Методические указания по выполнению расчетно-графической работы

РГР содержит отдельные задания, связанные с использованием методов математического моделирования элементов силовой электроники. Необходимо иметь представление о средах имитационного и математического моделирования, методах поиска ошибок и отладки имитационных схем.

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

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 / 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника / 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

Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
217/3 Лаборатория силовой электроники (медиа)	Стенды: 1. Трехфазный тиристорный регулятор переменного напряжения с естественных коммутаций; 2. Трехфазный тиристорный выпрямитель с естественной коммутацией; 3. Автономный инвертор напряжения; 4. Автономный инвертор тока; 5. Трехфазный реверсивный транзисторно-тиристорный выпрямитель со смешанной коммутацией; 6. Реверсивный транзисторный выпрямитель и НПЧ с искусственной коммутацией; 7. Однофазный тиристорный выпрямитель с шунтирующим диодом; 8. Амперметры, вольтметры, ваттметры, осциллографы

8.3 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

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

аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием, указанным в табл. п. 8.2.

9 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.