

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
«Системы управления преобразователями электрической энергии»

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 «Системы управления преобразователями электрической энергии» 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 систем управления автономных и ведомых сетью полупроводниковых преобразователей на RCS- и GTO-тиристорах, MOSFET- и IGBT-транзисторах, и модулях.
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системы управления автономными и ведомыми сетью вентиляционными преобразователями на RCS и GTO-тиристорах, MOSFET и IGBT – транзисторах и модулях. 2. Системы управления реверсивными преобразователями для двигателей постоянного и переменного тока. 3. Системы управления для инверторов напряжения с ШИМ. Преобразователи частоты. 4. Системы управления преобразователями для энергосистем

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

Процесс изучения дисциплины «Системы управления преобразователями электрической энергии» 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-3 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПК-3.1 Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства ПК-3.2 Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники ПК-3.3 Владеет навыками разработки рабочей топологии и плана технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий микро- и наноэлектроники	Знать принципы подготовки технических заданий на системы управления автономных и ведомых сетью полупроводниковых преобразователей на RCS- и GTO тиристорах, MOSFET- и IGBT-транзисторах, и модулях. Уметь разрабатывать и эксплуатировать системы управления промышленными преобразователями. Владеть навыками разработки систем управления на структурном, функциональном и принципиальном уровне.

<p>ПК-4 Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p>	<p>ПК-4.1 Знает нормативные требования к разработке проектно-конструкторской документации ПК-4.2 Умеет использовать стандарты и нормативные требования при разработке документации ПК-4.3 Владеет навыками подготовки документации для организации серийного выпуска изделий</p>	<p>Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей; сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработка методики, проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научных конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности</p>
---	--	---

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 наноэлектроника / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Системы управления преобразователями электрической энергии» 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 «Системы управления преобразователями электрической энергии» 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 «Системы управления преобразователями электрической энергии» изучается на первом курсе во втором семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 59 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой.

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 Введение. Содержание дисциплины. Рекомендуемая литература. Основные термины и определения. Классификация, назначение и характеристики устройств систем управления	1					8
Тема 1.2 Силовые полупроводниковые приборы и микроэлектронные средства для их управления	1					8
Тема 1.3 Построение систем управления до уровня известных функциональных элементов	2					8
Исследование системы управления трехфазного реверсивного транзисторного выпрямителя			5*			8
Исследование системы управления маловентильного тиристорно-транзисторного преобразователя			5*			8
Исследование системы управления трехфазного мостового выпрямителя			5*			8
Тема 2.1 Принципы построения систем управления транзисторными преобразователями частоты для двигателей переменного тока	4					8
Исследование системы управления трехфазного тиристорного регулятора переменного напряжения			5*			8

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			
Исследование системы управления транзисторного циклоконвертера			4*			8
Тема 3.1 Системы управления инверторами напряжения с ШИМ	4					8
Тема 3.2 Способы повышения энергетической эффективности и качественных показателей выходной электроэнергии устройств СЭ	4					8
Тема 3.3 Способы повышения энергетической эффективности и качественных показателей выходной электроэнергии устройств СЭ	4					8
Исследование системы управления выпрямителя с шунтирующим нагрузку диодом			4*			8
Тема 4.1 Системы управления преобразователями для нетрадиционных источников электрической энергии для энергосистем	4					8
Тема 4.2 Применение компенсированных преобразователей для энергосистем	4					9
<i>Зачет с оценкой</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Курсовой проект</i>	-	-	-	3	-	-
ИТОГО по дисциплине	28	-	28	-	-	121

* 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 ре-

зультатов 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) Изучение принципов построения и исследование системы управления реверсивным выпрямителем и непосредственным преобразователем частоты с искусственной коммутацией: Методические указания. / В.С. Климаш. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 15 с.

2) Изучение принципов построения и исследование системы управления трехфазными маловентильными модулями со смешанной коммутацией для реверсивных преобразователей: Методические указания. / В.С. Климаш. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 27 с.

3) 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.

4) 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.

5) 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 курсового проекта

Теоретическая часть курсового проекта выполняется по установленным темам с использованием практических материалов. К каждой теме курсового проекта рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана. Работа не должна представлять пересказ отдельных глав учебника или учебного пособия. Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов, внести свои предложения. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д.

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 наноэлектроника / 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.