

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль подготовки «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»
Изменения и дополнения к РПД Б1.В.ОД.7 «Проектирование электротехнических устройств»



Приложение 3. РПД Б1.В.ОД.7

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
«12» 09 2016 г.

**Изменения и дополнения к
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Профиль подготовки: Электропривод и автоматика промышленных
установок и технологических комплексов**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Шифр дисциплины по учебному плану 2016/2017 уч. года: Б1.В.ОД.8

Смоленск – 2016 г.

1. По тексту исходной РПД.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин В.ОД цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю подготовки «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Проектирование электротехнических устройств» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.8 Экология

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

Б2.П.3 Преддипломная практика

Б3 Государственная итоговая аттестация

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.8	
Часов (всего) по учебному плану:	216	6 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	30/36, 30	6 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	30/36, 30	6 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	-
Курсовое проектирование (ЗЕТ, часов всего)	16/36, 16	6 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	95/36, 95	6 семестр
Зачет (ЗЕТ, часов всего)	-	-
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 45	6 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.25, 9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	23/36, 23
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	1.5, 54
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.25, 9
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Содержание по видам учебных занятий

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическому занятию № 2. (всего к теме № 2 – 2 час).

Текущий контроль – устный опрос на практическом занятии.

Тема 3. Общие вопросы проектирования НКУ

Лекция 4. Основные этапы процесса проектирования. Общие технические требования к НКУ. Унификация и стандартизация. (2 часа)

Лекция 5. Компоновка элементов в НКУ. Правила размещения аппаратуры в НКУ. (2 часа)

Лекция 6. Электрический монтаж в НКУ. Виды электромонтажа. Проводной монтаж. (2 часа)

Лекция 7. Силовая ошиновка. Термическая и электродинамическая устойчивость шин. (2 часа)

Практическое занятие 3. Состав и содержание технического задания на конструирование НКУ. (2 часа)

Практическое занятие 4. Компоновка элементов в НКУ. (2 часа)

Практическое занятие 5. Расчет сечений проводов и шин и их выбор. (2 часа)

Практическое занятие 6. Заземление в НКУ. (2 часа)

Самостоятельная работа 3. Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям № 3 – № 6. (всего к теме № 3 – 9 час).

Текущий контроль – устный опрос на практических занятиях.

Тема 4. Элементная база НКУ.

Лекция 8. Силовые полупроводниковые приборы и блоки. Охлаждение силовых полупроводниковых приборов. (2 часа)

Практическое занятие 7. Расчет системы охлаждения силовых полупроводниковых приборов. (2 часа)

Практическое занятие 8. Расчет параметров элементов НКУ. Выбор реакторного оборудования, коммутационных и защитных аппаратов. (2 часа)

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическим занятиям №№ 7, 8. (всего к теме № 4 – 3 часа).

Текущий контроль – устный опрос на практических занятиях.

Тема 5. Конструирование силовых полупроводниковых преобразователей.

Лекция 9. Классификация силовых полупроводниковых преобразователей (СПП) по конструктивным признакам. Требования к конструкции СПП. (2 часа)

Лекция 10. Компоновка СПП. (2 часа)

Практическое занятие 9. Конструктивные решения силовых блоков СПП. (2 часа)

Практическое занятие 10. Промышленные образцы НКУ и их комплектующие. (2 часа)

Самостоятельная работа 5. Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям №№ 9, 10. (всего к теме № 5 – 5 часов).

Текущий контроль – устный опрос на практических занятиях.

Тема 6. Тепловые режимы в НКУ.

Лекция 11. Источники тепловыделения и передача тепла в НКУ. Стационарный и нестационарный тепловой режим. Способы охлаждения НКУ. (2 часа)

Практическое занятие 11. Конструктивные особенности НКУ с различным типом охлаждения. (2 часа)

Практическое занятие 12. Определение тепловыделений элементов НКУ. (2 часа)

Практическое занятие 13. Расчет теплового режима НКУ. (2 часа)

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическим занятиям №№ 11 – 13. (всего к теме № 6 – 6 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям.

Тема 7. Конструирование управляющей части НКУ.

Лекция 12. Конструктивные уровни управляющих устройств (УУ). Конструирование УУ с применением печатного монтажа. (2 часа)

Лекция 13. Задачи, решаемые при проектировании печатных плат. Виды, параметры и свойства печатных плат. (2 часа)

Лекция 14. Компоновка элементов печатных плат. Трассировка печатных плат. (2 часа)

Лекция 15. Методы производства печатных плат. Чертежи печатных плат и узлов. (2 часа)

Практическое занятие 14. Конструирование блоков управления. (2 часа).

Практическое занятие 15. Оформление технической документации и чертежей печатных плат. (2 часа)

Самостоятельная работа 7. Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям №№ 14, 15. (всего к теме № 7 – 5 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме практических занятий.

Дополнительные темы на СРС.

1. Выбор изоляционных расстояний

2. Основные технологические операции при производстве печатных плат

Самостоятельная работа. Самостоятельное изучение указанных тем (всего – 9 часов).

Текущий контроль – устный опрос по дополнительным темам СРС.

Выполнение курсового проекта

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Разработка конструкции тиристорного преобразователя напряжения.
2. Разработка конструкции тиристорного преобразователя частоты.
3. Разработка конструкции транзисторного преобразователя частоты.
4. Разработка конструкции силового источника тока.
5. Разработка конструкции импульсного преобразователя.
6. Разработка конструкции электронного устройства с применением печатного монтажа.

Задание на курсовой проект, выдаваемое преподавателем, включает принципиальную электрическую схему полупроводникового преобразователя и основные технические данные электродвигателя, питающегося от этого преобразователя. В задании оговаривается также область применения данного ЭП (вид технологического оборудования, отрасль и т.п.) или требуемая степень защиты НКУ.

В графической части проекта представляется общий вид НКУ и сборочный чертеж устройства, дающий представление о взаимном расположении составных частей силового полупроводникового преобразователя. К сборочному чертежу составляется спецификация.

Самостоятельная работа. Выполнение курсового проекта (всего – 54 часа).

Текущий контроль – консультирование по курсовому проекту. Защита курсового проекта.

Дополнительные темы на СРС

1. Выбор изоляционных расстояний (3 часа)

2. Основные технологические операции при производстве печатных плат (6 часов)

Самостоятельная работа. Самостоятельное изучение указанных тем (всего – 9 часов).

Текущий контроль – устный опрос по дополнительным темам СРС.

Лекционные занятия проводятся в мультимедийном формате.

При проведении **практических занятий** №№ 2, 4, 14 используется метод анализа конкретной ситуации с организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент». Практическое

занятие № 10 проводится в виде экскурсии по лабораториям кафедры для ознакомления с имеющимися образцами НКУ и их комплектующими. На практических занятиях №№ 5, 7 - 9, 13 используется бригадный метод выполнения вариантов задания с выбором различных методов расчета и последующим анализом результатов решения (всего практических занятий в интерактивной форме – 18 часов).

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

Далее по тексту исходной РПД.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-3 «способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования» и ПК-4 «способностью проводить обоснование проектных решений» преподавателем оцениваются результаты деятельности студента по всем видам занятий (аудиторные практические занятия, практические задания, выполненные в ходе СРС). Оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защите курсового проекта. Преподавателем оценивается также активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий на практическом занятии.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- современной элементной базы электротехнических устройств (ПК-3);
- методов обеспечения механической прочности, электромагнитной совместимости и нормального теплового режима разрабатываемых конструкций (ПК-4);

наличие **умения**:

- формулировать техническое задание и обосновывать принятие конкретного технического решения при проектировании электротехнических устройств (ПК-3);
 - разрабатывать простые конструкции электротехнических устройств (ПК-4);
- присутствие **навыка**
- работать над проектами электротехнических систем и их компонентов (ПК-3);
 - расчета элементов и конструирования низковольтных комплектных устройств (ПК-4).

В ходе контрольных опросов студенту задается два вопроса из примерного перечня:

1. Каковы общие требования к низковольтным комплектным устройствам (НКУ)?
2. В чем состоят конструктивные особенности встраиваемых полупроводниковых преобразователей?
3. Перечислите меры защиты НКУ от влияния повышенной влажности.
4. Что входит в состав силового блока полупроводникового преобразователя?
5. Назовите основные факторы, влияющие на расстояние утечки.
6. Что является основными источниками тепловыделения в НКУ?
7. Изобразите тепловую модель полупроводникового прибора.
8. Как осуществляется расчет теплового режима НКУ?
9. Какие существуют методы производства печатных плат?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен (6 семестр), оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Проектирование электротехнических устройств» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответивший не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнивший практическое задание.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавший систематический характер знаний по дисциплине, ответивший на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустивший погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнивший практиче-

ское задание, но по указанию преподавателя выполнивший другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 6 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Как по стандарту определяется понятие «низковольтное комплектное устройство»?
2. Назовите основные классификационные признаки низковольтных комплектных устройств (НКУ).
3. Что входит в систему типовых конструкций НКУ?
4. Что понимается под иерархической соподчиненностью составных частей конструкции НКУ?
5. Назовите основные факторы, определяющие конструкцию НКУ.
6. Как разделяются основные механические воздействия на НКУ?
7. Что понимается под коэффициентом упругости?
8. Назовите основные климатические факторы, влияющие на НКУ.
9. Как обозначается степень защиты оболочки НКУ?
10. Перечислите способы компоновки СПП.
11. Как разделяются виды изоляционных расстояний?
12. Что влияет на величину расстояния утечки?
13. Перечислите способы выполнения проводного монтажа, используемые в НКУ.
14. Что понимается под термической устойчивостью шин?
15. Что понимается под электродинамической устойчивостью шин?
16. Что понимается под тепловым сопротивлением полупроводникового прибора?
17. Какие способы теплоотвода действуют в НКУ?
18. Что понимается под тепловым балансом?
19. Как определяется тепловой КПД НКУ?
20. Каковы преимущества печатного монтажа перед проводным монтажом?
21. Какие виды печатных плат различают?
22. Что понимается под трассировкой печатной платы?

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям):

1. Изобразите структурную схему АЭП.
2. Перечислите основные этапы процесса проектирования.
3. На сколько порядков разделяется система типовых конструкций НКУ?
4. Перечислите меры защиты от влияния механических воздействий.
5. Назовите основные меры защиты от влияния климатических воздействий.
6. Что включает в себя техническое задание на проектировании?
7. Перечислите основные правила расположения аппаратуры в НКУ.
8. Как проводится расчет силовой ошиновки в НКУ?
9. Способы подсоединения шин к аппаратуре и соединения шин между собой.
10. Что подлежит заземлению в НКУ?
11. Изобразите тепловую модель полупроводниковых приборов.
12. Перечислите конструктивные особенности оболочек НКУ с разными способами охлаждения.
13. Что включает в себя расчет теплового режима НКУ?
14. Определите тепловой КПД заданного НКУ?
15. Какие виды компоновки блоков управления используют в НКУ?
16. Назовите основные задачи, решаемые при проектировании печатных плат.
17. Перечислите основные правила компоновки элементов на печатной плате.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями

Вопросы к экзамену (6 семестр)

1. Структура АЭП.
2. Низковольтные комплектные устройства систем АЭП (НКУ). Классификация.
3. Конструктивная основа НКУ (система типовых конструкций).
4. Основные параметры, определяющие конструкцию НКУ. Механические воздействия и меры защиты от их влияния.
5. Климатические воздействия и меры защиты от их влияния.
6. Основные этапы процесса проектирования (модель).
7. Общие требования к НКУ.
8. Способы компоновки элементов в НКУ.
9. Основные правила расположения аппаратуры в НКУ.
10. Выбор изоляционных расстояний.
11. Электрический монтаж в НКУ. Способы выполнения проводного монтажа и соединения проводов.
12. Силовая ошиновка в НКУ.
13. Способы подсоединения шин к аппаратуре и соединения шин между собой.
14. Заземление в НКУ.
15. Силовые полупроводниковые преобразователи (СПП). Классификация.
16. Особенности компоновки СПП.
17. Конструирование силовых блоков СПП.
18. Тепловые модели полупроводниковых приборов.
19. Расчет системы воздушного охлаждения силовых блоков СПП.
20. Тепловые режимы НКУ.
21. Тепловыделения в НКУ.

22. Теплоотдача, ее виды.
23. Конструирование оболочек НКУ с разными способами охлаждения.
24. Расчет теплового режима НКУ.
25. Тепловой КПД.
26. Конструирование управляющей части НКУ. Компоновка блоков управления.
27. Виды печатных плат.
28. Преимущества печатного монтажа перед проводным.
29. Задачи, решаемые при проектировании печатных плат.
30. Параметры и свойства печатных плат.
31. Компоновка элементов печатных плат.
32. Трассировка печатных плат.
33. Нормируемые величины при производстве печатных плат.
34. Правила оформления чертежей печатных плат.
35. Правила оформления текстовой части технических проектов.

Далее по тексту исходной РПД.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятия один раз в неделю в 6-м семестре. Изучение курса завершается экзаменом в 6-м семестре.

Далее по тексту исходной РПД.

Автор
канд.техн.наук, доцент

И.С. Саватеева

Зав. кафедрой ЭМС
канд.техн.наук, доцент

В.В. Рожков

Изменения и дополнения в РПД приняты на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол № 1.