

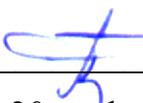
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 20 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Технология производства электромеханических преобразователей

_____ (наименование)

Форма обучения: _____ очная

_____ (очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат

_____ (бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 180 (5)

_____ (часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

_____ (код и наименование направления)

Направленность: Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)

_____ (наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний умений и навыков в области технологических процессов производства, а также методах технических расчетов и разработки конструкций электрических машин и трансформаторов.

Задачи учебной дисциплины:

- ? формирование представлений о технологических процессах производства электротехнической отрасли;
- ? изучение основ организации и технологической подготовки производства;
- ? изучение требований к технологичности изделий электротехнической отрасли;
- ? формирование умений расчета сборочных цепей, технологических припусков и размеров;
- ? формирование умений разработки технологических процессов изготовления стандартных типов ЭМП;
- ? Формирование умения определять возможности применения технических решений при конструировании элементов ЭМП;
- ? формирование умений проектирования технологических процессов производства ЭМП;
- ? формирования умений разработки технологической документации.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Изучаемые объекты дисциплины:

- структура, организация производства и его технологическая подготовка;
- требования к технологичности изготовления и ремонта изделий;
- выбор необходимого оборудования, оснастки;
- разработка технологической документации;
- технологические процессы изготовления отдельных деталей и узлов ЭМП, а также их сборка и испытания.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает: ? основные программные пакеты для ЕСКД; ? инструменты проектирования; ? методы оформления документации средствами PDM; ? методы производства ЭМП; ? требования к технологичности ЭМП; ? основные положения ГОСТ и расположение баз данных в сети интернет.	Знает современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет: ? составлять технологическую документацию в области производства ЭМП; ? используя программные пакеты рассчитывать требования к производству ЭМП; ? интерпретировать требования в техническое задание; ? выбирать технологический процесс под изделие.	Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет: ? методами и приёмами подготовки производства средствами САПР и PDM; ? навыками математического моделирования элементов технологических процессов производства ЭМП.	Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает: ? основные принципы составления технологических процессов; ? основные средства САПР для	Знает состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		технологических процессов производства ЭМП; ? методы составления технического задания; ? основную структуру и принципы ЕСКД; ? правила графического оформления конструкторской и технологической документации согласно требованиям ЕСКД и ЕСТД; ? принципы ресурсосберегающего производства и технологии применяемые для ресурсосбережения.	деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет: ? оценить влияние различных вариантов конструктивных узлов ЭМП на трудоемкость их изготовления, сложность технологической оснастки, расход материалов; ? разрабатывать чертежи продольного и поперечного разрезов изделия с учетом обеспечения рациональной технологии изготовления ЭМП; ? формулировать граничные условия к техническому заданию проектирования ? строить процесс анализа необходимых технических возможностей; ? формировать документацию по системам ЕСКД и ЕСТД.	Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет: ? навыками	Владеет навыками использования основных	Отчёт по практическо

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		составления технического задания для производства ЭМП; ? навыками поиска технологических решений; ? методами и приемами разработки технологических процессов согласно ЕСКД и ЕСТД.	программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	му занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	5	5	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Организация и технологическая подготовка производства электромеханических преобразователей.	5	7	2	23
<p>Тема 1. Понятие о технологическом процессе История развития и перспективы российского и мирового электромашиностроения. Характеристика и особенности технологии электромашиностроения. Понятие производственного и технологического процесса. Определения составляющих технологического процесса (операция, переход, рабочий ход, установ, позиция, прием). Классификация видов производства и методов работы. Структура предприятий по производству электромеханических преобразователей.</p> <p>Тема 2. Технологическая подготовка производства Содержание и общая характеристика технической подготовки производства. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) и единая система технологической (ЕСТД) и конструкторской (ЕСКД) документации. Содержание технологических документов. Общие принципы выбора конструкции основных узлов ЭМП. Технологичность конструкций. Перспективы совершенствования конструкции, технологии и организации производства электромеханических преобразователей и трансформаторов. Основы технического регулирования, стандартизации и качества продукции.</p> <p>Тема 3. Схемы производства основных видов электромеханических преобразователей Технологическая последовательность операций при изготовлении асинхронных электродвигателей. Технологическая последовательность операций при изготовлении машин постоянного тока. Технологическая последовательность операций при изготовлении трансформаторов.</p>				
Получение заготовок электромеханических преобразователей и их механическая обработка.	5	7	0	23
<p>Тема 4. Получение заготовок электромеханических преобразователей</p> <p>Литейное производство. Технологические требования к отливкам. Способы получения отливок из черных и цветных металлов. Кузнечно-прессовое производство. Технологические процессы свободнойковки, на радиально-ковочных машинах, поперечно-клиновой прокаткой. Горячее прессование алюминиевых сплавов. Прессование металлопорошков. Технология прессовки из терморезистивных и термопластичных пластмасс. Раскройно-</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>заготовительное производство. Резка металла. Гибка заготовок. Сварочное производство. Классификация видов сварочного производства. Технология газовой сварки, электросварки. Изготовление корпусов электрических машин и баков трансформаторов гибкой и сваркой листовой стали.</p> <p>Тема 5. Механическая обработка деталей и узлов Понятие базы, виды баз, принцип совмещения баз. Выбор базы. Обобщённые технологические схемы обработки корпусов, статора, вала, ротора, подшипникового щита. Используемое оборудование: универсальное, полуавтоматическое, агрегатные станки, автоматические линии, станки с числовым программным управлением, гибкие автоматизированные системы. Оснастка, используемая при механической обработке.</p>				
Технология производства электрических машин.	4	7	3	22
<p>Тема 6. Штамповка деталей электрических машин Технологические требования к штампованным деталям и магнитным системам. Основные марки стали и их характеристики. Требования к листам сердечников и магнитопроводам электрических машин. Геометрическая точность штампуемых контуров и методы их обеспечения. Технология штамповки листов сердечников на листоштамповочных установках и прессах. Типы штампов, их основные элементы, расчет усилия вырубки. Простые вырубные и компаундные штампы совмещённого и последовательного действия для вырубки листов статора и ротора. Влияние штамповки на свойства электротехнической стали. Допустимые величины заусенцев и краевого наклепа и их влияние на характеристики магнитопроводов. Контроль штамповки листов, срок службы и заточка штампов. Технология автоматической штамповки. Раскрой электротехнической стали. Правила эксплуатации, метод принудительной заточки и профилактического ремонта штампов. Экономичные раскрой материала при штамповке.</p> <p>Тема 7. Сборка магнитных систем электрических машин Подготовка листов к сборке. Техпроцессы термообработки, оксидации и лакировки листов, их применение для различных типов электрических машин. Сборка (шихтовка) магнитопроводов, ориентация, набор, прессовка и крепление.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Механизация и автоматизация процесса сборки и скрепления сердечников. Влияние качества изготовления сборки на технико-экономические показатели электрических машин.</p> <p>Тема 8. Изготовление, укладка, пропитка и испытание обмоток Проводниковые и изоляционные материалы. Способы нанесения изоляции. Соединение проводов в обмотках. Технологичность конструкций обмоток и изоляции. Технология изготовления и укладки обмоток статора, ротора из круглого провода. Технология изготовления и укладки обмоток из прямоугольного провода. Технология изготовления одновитковых, многовитковых и стержневых обмоток якорей машин постоянного тока. Технология намотки обмотки полюсов машин постоянного тока плашмя и на ребро. Технологичность литой и стержневой обмоток короткозамкнутых роторов. Способы заливки алюминия под высоким и низким давлением, статический, вибрационный, центробежный. Влияние методов заливки на характеристики электрических машин. Изготовление стержней роторов, их установка и сварка. Требования к изоляции высоковольтных обмоток. Технология изготовления и укладки катушечных высоковольтных обмоток. Технология изготовления стержней для обмоток турбо- и гидрогенераторов. Технология изготовления обмоток возбуждения для крупных электрических машин, турбо- и гидрогенераторов. Задачи пропитки обмоток. Технология пропитки низковольтных обмоток методами Зондереля, вакуума и давления, струйным. Пропитка обмоток в компаундах. Контроль и испытание обмоток в процессе изготовления и после пропитки.</p> <p>Тема 9. Изготовление коллекторов и контактных колец Конструкции коллекторов и контактных колец в зависимости от назначения и мощности машин, материалы для их изготовления. Требования, предъявляемые к качеству коллекторов и контактных колец. Изготовление коллекторных пластин, изоляционных манжет и прокладок. Сборка коллекторов на втулках и на пластмассе. Изготовление кольца коллекторных пластин из неразделённой заготовки, опрессование кольца и разделение пластин. Изготовление деталей контактных колец и их сборка.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Тема 10. Технология сборки электрических машин Технологичность конструкций. Сборка типовых соединений в электрических машинах: подшипникового узла, сердечника и корпуса; заведение ротора в статор; надевание и крепление подшипниковых щитов и крышек, коробки выводов. Технология сборки в массовом, серийном и единичном производстве, линия сборки машин. Статическая и динамическая балансировка вращающихся частей. Меры остаточных неуравновешенностей. Требования к окраске. Очистка, обезжиривание, грунтовка и окраска деталей и машин. Механизация окрасочных работ. Упаковка, хранение и отгрузка электрических машин.</p>				
Технология производства трансформаторов.	4	6	0	22
<p>Тема 11. Изготовление магнитопроводов трансформаторов Основные свойства холоднокатаной текстурированной электротехнической стали, определяющие принципиальную конструкцию и технологию магнитных систем трансформаторов. Требования к листам магнитопроводов. Заготовка пластин магнитной системы, линии продольной, поперечной и совмещенной резки. Требования к качеству порезки, допустимая величина заусенцев. Удаление заусенцев. Термообработка и изоляция пластин магнитопроводов. Сборка плоских магнитных систем на сборочных станках и универсальных стендах. Сборка пространственных магнитных систем (витые магнитопроводы, пластинчато-ленточные магнитопроводы, ленточные магнитопроводы, тороидальные магнитопроводы). Подъём и кантование собранного остова, испытание остова.</p> <p>Тема 12. Конструкции и технология изготовления обмоток трансформаторов Обмоточные провода, алюминиевая лента и фольга. Типовые изоляционные детали обмоток, технологические процессы их изготовления, применяемые материалы, оборудование и приспособления. Краткая характеристика основных типов обмоток и область их применения. Приспособления для намотки обмоток, оправки (простые и сложные), натяжные приспособления, стойки для барабанов. Термовакуумная сушка обмоток, прессовка и обеспечение заданных размеров. Контроль качества обмоток.</p> <p>Тема 13. Сборка трансформаторов Оборудование для сборки трансформаторов. Основание сборочных площадок,</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
механизированные стеллажи, крановое оборудование, сушильные камеры, вспомогательное оборудование. Первая сборка трансформаторов различных мощностей. Вторая сборка: сборка и пайка или сварка медных и алюминиевых отводов. Сушка активной части. Назначение, оборудование, режимы сушки и критерии для определения её окончания. Третья сборка трансформаторов в баках с верхним и нижним разъёмами. Приёмо-сдаточные испытания, оформление документов.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	27	5	90
ИТОГО по дисциплине	18	27	5	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Чтение конструкторских чертежей. Изучение ЭМП и разработка его продольных и поперечных разрезов в соответствии с требованиями ЕСКД.
2	Ознакомление с процедурой и проведение приёмосдаточных испытаний ЭМП.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование процессов производства ЭМП и разработка соответствующей технологической документации: маршрутная карта,
2	Измерение габаритов ЭМП и его элементов для поверочного расчёта допусков размерной цепи.
3	Моделирование процесса штамповки. Расчёт усилий вырубки при штамповке. Расчет размеров штампа, выбор прессы.
4	Исследование выкладки паза жестких секций. Расчёт норм расхода изоляционных материалов.
5	Моделирование процесса рихтовки жестких секций. Расчёт шаблона.
6	Технологическая подготовка при конструировании и сборка ЭМП.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению 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, лабораторным работам 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.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Антонов М. В. Технология производства электрических машин : учебник для вузов. 2-е изд., доп. и перераб. Москва : Энергоатомиздат, 1993. 592 с.	15
2	Проектирование технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / Филонов И. П., Беляев Г. Я., Кожуро Л. М., Аверченков А. А. Минск : Технопринт, 2003. 909 с.	39

3	Сибикин М. Ю., Сибикин Ю. Д. Технология электромашиностроения : учебное пособие для средних специальных учебных заведений. Москва : Высш. шк., 2009. 320 с.	4
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Алиев И. И., Калганова С. Г. Электротехнические материалы и изделия : справочник. Москва : РадиоСофт, 2005. 351 с.	46
2	Черепяхин А. А. Технология обработки материалов : учебник для средних специальных учебных заведений. 3-е изд., стер. Москва : Академия, 2008. 266 с. 17,0 усл. печ. л.	1
3	Черпаков Б. И. Технологическая оснастка : учебник для среднего профессионального образования. Москва : Academia, 2003. 281 с.	14
2.2. Периодические издания		
1	Электричество : теоретический и научно-практический журнал. Москва : Знак, 1880 - .	
2	Электротехника : научно-технический журнал. Москва : Знак, 1930 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Фатхутдинов Р. А. Производственный менеджмент : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Дашков и К, 2002. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib2296 (дата обращения: 30.08.2022).	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib2296 (дата обращения: 30.08.2022).	локальная сеть; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер	10
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Технология производства электромеханических преобразователей»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Электромеханика

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Электротехника и электромеханика

Форма обучения: Очная

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 7 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
ИД-1,ПК-1.1 знать: основные программные пакеты для ЕСКД; инструменты проектирования; методы оформления документации средствами PDM; методы производства ЭМП; требования к технологичности ЭМП; основные положения ГОСТ и расположение баз данных в сети интернет;		ТО1		КР 1-4		ТВ
ИД-1,ПК-2.3 знать: основные принципы составления технологических процессов; основные средства САПР для технологических процессов производства ЭМП; методы составления технического задания; основную структуру и принципы ЕСКД; правила графического оформления конструкторской и технологической документации согласно требованиям ЕСКД и ЕСТД; принципы ресурсосберегающего производства и технологии применяемые для ресурсосбережения;	С1	ТО2		КР 1-4		ТВ
Освоенные умения						
ИД-2,ПК-1.1 уметь: составлять технологическую документацию в области производства ЭМП; используя программные пакеты рассчитывать требования к производству ЭМП; интерпретировать требования в техническое задание; выбирать технологический процесс под изделие;			ОЛР 1-6	КР 1-4		ПЗ

ИД-2,ПК-2.3 уметь: оценить влияние различных вариантов конструктивных узлов ЭМП на трудоемкость их изготовления, сложность технологической оснастки, расход материалов; разрабатывать чертежи продольного и поперечного разрезов изделия с учетом обеспечения рациональной технологии изготовления ЭМП; формулировать граничные условия к техническому заданию проектирования строить процесс анализа необходимых технических возможностей; формировать документацию по системам ЕСКД и ЕСТД;			ОЛР 1-6	КР 1-4		ПЗ
Приобретенные владения						
ИД-3,ПК-1.1 владеть навыками методами и приёмами подготовки производства средствами САПР и PDM; навыками математического моделирования элементов технологических процессов производства ЭМП.			ОЛР 1-6			КЗ
ИД-3,ПК-2.3 владеть навыками составления технического задания для производства ЭМП; навыками поиска технологических решений; методами и приёмами разработки технологических процессов согласно ЕСКД и ЕСТД.			ОЛР 1-6			КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Организация и технологическая подготовка производства электромеханических преобразователей», вторая КР – по модулю 2 «Получение заготовок электромеханических преобразователей и их механическая обработка», третья КР – по модулю 3 «Технология производства электрических машин», четвертая КР – по модулю 4 «Технология производства трансформаторов».

Типовые задания первой КР:

1. Понятие производственного процесса.
2. Требования к технологичности конструкций.

Типовые задания второй КР:

1. Виды резки металлов.
2. Необходимая оснастка для производства вала.

Типовые задания третьей КР:

1. Типы штампов для вырубки электротехнической стали.
2. Способы нанесения изоляции.

Типовые задания четвертой КР:

1. Процесс сборки пространственной магнитной системы трансформатора.
2. Методы сушки активной части трансформатора.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

- 1) Характеристика и особенности технологии электромашиностроения. Понятие производственного и технологического процесса. Структура предприятий по производству электромеханических преобразователей.
- 2) Содержание и общая характеристика технической подготовки производства. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) и единая система технологической (ЕСТД) и конструкторской (ЕСКД) документации. Содержание технологических документов. Общие принципы выбора конструкции основных узлов ЭМП.
- 3) Технологическая последовательность операций при изготовлении асинхронных электродвигателей. Технологическая последовательность операций при изготовлении машин постоянного тока.
- 4) Литейное производство. Технологические требования к отливкам. Способы получения отливок из черных и цветных металлов.
- 5) Кузнечно-прессовое производство. Технологические процессы свободной ковки, на радиально-ковочных машинах, поперечно-клиновой прокаткой.
- 6) Горячее прессование алюминиевых сплавов. Прессование металлопорошков. Технология прессовки из терморезистивных и термопластичных пластмасс. Изготовление корпусов электрических машин и баков трансформаторов гибкой и сваркой листовой стали.
- 7) Обобщённые технологические схемы обработки корпусов, статора, вала, ротора, подшипникового щита. Используемое оборудование: универсальное, полуавтоматическое, агрегатные станки, автоматические линии, станки с числовым программным управлением, гибкие автоматизированные системы.
- 8) Технологические требования к штампованным деталям и магнитным системам. Основные марки стали и их характеристики. Требования к листам сердечников и магнитопроводам электрических машин.
- 9) Типы штампов, их основные элементы, расчет усилия вырубки. Простые вырубные и компаундные штампы совмещённого и последовательного действия для вырубки листов статора и ротора.
- 10) Геометрическая точность штампуемых контуров и методы их обеспечения. Технология штамповки листов сердечников на листоштамповочных установках и прессах. Технология автоматической штамповки. Правила эксплуатации, метод принудительной заточки и профилактического ремонта штампов.
- 11) Влияние штамповки на свойства электротехнической стали. Допустимые величины заусенцев и краевого наклепа и их влияние на характеристики магнитопроводов. Раскрой электротехнической стали.
- 12) Подготовка листов к сборке. Техпроцессы термообработки, оксидации и лакировки листов, их применение для различных типов электрических машин. Сборка (шихтовка) магнитопроводов, ориентация, набор, прессовка и крепление. Влияние качества изготовления сборки на технико-экономические показатели электрических машин.
- 13) Проводниковые и изоляционные материалы. Способы нанесения изоляции. Соединение проводов в обмотках. Технологичность конструкций обмоток и изоляции. Требования к изоляции высоковольтных обмоток.
- 14) Технология изготовления и укладки обмоток статора, ротора из круглого провода. Технология намотки обмотки полюсов машин постоянного тока плашмя и на ребро.
- 15) Технология изготовления и укладки обмоток из прямоугольного провода. Технология изготовления одновитковых, многовитковых и стержневых обмоток якорей машин постоянного тока.
- 16) Способы заливки алюминия под высоким и низким давлением, статический, вибрационный, центробежный. Влияние методов заливки на характеристики электрических машин.
- 17) Изготовление стержней роторов, их установка и сварка. Технологичность литой и стержневой обмоток короткозамкнутых роторов.
- 18) Технология изготовления и укладки катушечных высоковольтных обмоток. Технология изготовления обмоток

возбуждения для крупных электрических машин, турбо- и гидрогенераторов.

19) Задачи пропитки обмоток. Технология пропитки низковольтных обмоток методами Зондереля, вакуума и давления, струйным. Пропитка обмоток в компаундах. Контроль и испытание обмоток в процессе изготовления и после пропитки.

20) Конструкции коллекторов в зависимости от назначения и мощности машин, материалы для их изготовления. Сборка коллекторов на втулках и на пластмассе. Изготовление кольца коллекторных пластин из неразделённой заготовки, опрессование кольца и разделение пластин.

21) Конструкции контактных колец в зависимости от назначения и мощности машин, материалы для их изготовления. Изготовление деталей контактных колец и их сборка.

22) Сборка типовых соединений в электрических машинах: подшипникового узла, сердечника и корпуса; заведение ротора в статор; надевание и крепление подшипниковых щитов и крышек, коробки выводов.

23) Технология сборки в массовом, серийном и единичном производстве, линия сборки машин. Статическая и динамическая балансировка вращающихся частей. Меры остаточных неуравновешенностей.

24) Основные свойства холоднокатаной текстурированной электротехнической стали, определяющие принципиальную конструкцию и технологию магнитных систем трансформаторов. Сборка плоских магнитных систем на сборочных станках и универсальных стендах. Подъём и кантование собранного остова, испытание остова.

25) Заготовка пластин магнитной системы, линии продольной, поперечной и совмещенной резки. Требования к качеству порезки, допустимая величина заусенцев. Удаление заусенцев. Термообработка и изоляция пластин магнитопроводов.

26) Обмоточные провода, алюминиевая лента и фольга. Краткая характеристика основных типов обмоток и область их применения. Контроль качества обмоток.

27) Типовые изоляционные детали обмоток, техпроцессы их изготовления, применяемые материалы, оборудование и приспособления. Термовакуумная сушка обмоток, прессовка и обеспечение заданных размеров.

28) Оборудование для сборки трансформаторов. Первая сборка трансформаторов различных мощностей. Вторая сборка: сборка и пайка или сварка медных и алюминиевых отводов.

29) Сушка активной части. Назначение, оборудование, режимы сушки и критерии для определения её окончания. Третья сборка трансформаторов в баках с верхним и нижним разъёмами. Приёмо-сдаточные испытания, оформление документов.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Провести расчет последовательности операций производства для вала асинхронного двигателя.
2. Расчет контура детали для штампа.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить план работ по второй сборке масляного трансформатора.
2. Провести обоснование выбора оснастки для производства статора синхронного двигателя малой мощности.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного

контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений

Задание № ___.

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

Критерии оценки ситуационных заданий

Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.

Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.

Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.

Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.

Ситуация 1. В приложении представлено описание технологического процесса производства ротора асинхронного двигателя. Проанализируйте информацию, представленную в данной статье, и на основе этого сделайте выводы:

- о необходимости использования перечисленного оборудования;
- о возможном применении станков с ЧПУ для производства элементов детали;
- предложите операции заменяющие существующие операции производства;