

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«28» мая 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологии производства электрических машин»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Энергетические электрические машины
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

П.Н. Калачиков

(инициалы, фамилия)

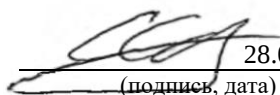
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«28» мая 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Технологии производства электрических машин» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Энергетические электрические машины». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы объектов профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологией изготовления электрических машин и получением навыков применения систем автоматизированного проектирования для дальнейшего использования в проектно-конструкторской деятельности

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (6 семестр) .

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины:

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

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. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы объектов профессиональной деятельности	ПК-5.Д.3 применяет специальные диагностические методы и средства для определения технического состояния и оценки надежности энергетических электрических машин ПК-5.Д.6 выявляет основные техносферные опасности на промышленных объектах, используемых для производства электрической энергии

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Материаловедение»;
- «Основы проектной деятельности»;
- «Электрические машины»;
- «Развитие критического инженерного мышления»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Аддитивное производство»,
- «Технологическое предпринимательство»,
- «Современные производственные технологии»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.	Дифф. зач.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Организация и технологическая подготовка производства электромеханических преобразователей Тема 1.1. 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	4	4			9

методов работы. Структура предприятий по производству электромеханических преобразователей. Тема 1.2. 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. Основы технического регулирования, стандартизации и качества продукции. Тема 1.3. Схемы производства основных видов электромеханических преобразователей. Технологическая последовательность операций при изготовлении асинхронных электродвигателей. Технологическая последовательность операций при изготовлении машин постоянного тока.					
Раздел 2. Получение заготовок электромеханических преобразователей и их механическая обработка Тема 2.1. Получение заготовок электромеханических преобразователей. Литейное производство. Технологические требования к отливкам. Способы получения отливок из черных и цветных металлов. Кузнечно-прессовое производство. Технологические процессы свободной ковки, на радиально-ковочных машинах, поперечно-клиновой прокаткой. Горячее прессование алюминиевых сплавов. Прессование металлопорошков. Технология прессовки из терморезистивных и термопластичных пластмасс. Раскройно-заготовительное производство. Резка металла. Гибка заготовок. Сварочное производство. Классификация видов сварочного производства. Технология газовой сварки, электросварки. Изготовление корпусов электрических машин гибкой и сваркой листовой стали.	4	4			9

Тема 2.2. 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					
Раздел 3. Технология производства электрических машин Тема 3.1. 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 вырубki. 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 раскрои материала при штамповке.	4	4			10
Тема 3.2. 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. Механизация и автоматизация процесса сборки и скрепления сердечников. Влияние качества изготовления сборки на технико-экономические показатели электрических машин.					

3.3. 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					
Тема 3.4. 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.					

Раздел 4. Технология сборки электрических машин. Тема 4.1 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. Тема 4.2 Требования к окраске. Очистка, обезжиривание, грунтовка и окраска деталей и машин. Механизация окрасочных работ. Упаковка, хранение и отгрузка электрических машин.	5	5			8
Итого в семестре:	17	17			36
Итого	17	17	0	0	36

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Организация и технологическая подготовка производства электромеханических преобразователей - 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. - 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. Основы технического регулирования, стандартизации и качества продукции. - Схемы производства основных видов электромеханических преобразователей. Технологическая последовательность операций при изготовлении асинхронных

	электродвигателей. Технологическая последовательность операций при изготовлении машин постоянного тока.
2	Получение заготовок электромеханических преобразователей и их механическая обработка - Получение заготовок электромеханических преобразователей. Литейное производство. Технологические требования к отливкам. Способы получения отливок из черных и цветных металлов. - Кузнечно-прессовое производство. Технологические процессы свободной ковки, на радиально-ковочных машинах, поперечно-клиновой прокаткой. - Горячее прессование алюминиевых сплавов. Прессование металлопорошков. Технология прессовки из термореактивных и термопластичных пластмасс. - Раскройно-заготовительное производство. Резка металла. Гибка заготовок. - Сварочное производство. Классификация видов сварочного производства. Технология газовой сварки, электросварки. Изготовление корпусов электрических машин гибкой и сваркой листовой стали. - 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
3	Технология производства электрических машин - 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 раскрои материала при штамповке. - 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. Механизация и автоматизация процесса сборки и скрепления сердечников. Влияние качества изготовления сборки на технико-экономические показатели электрических машин. - 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 - 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.
4	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.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					

1	Организация и технологическая подготовка производства электромеханических преобразователей	Групповые дискуссии	4	4	1
2	Получение заготовок электромеханических преобразователей и их механическая обработка	Групповые дискуссии	4	4	2
3	Технология производства электрических машин	Групповые дискуссии	4	4	3
4	Технология сборки электрических машин.	Групповые дискуссии	5	5	4
Всего			17	17	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)	26	26
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	1	1
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной	1	1

аттестации (ПА)		
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в
п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Режим доступа URL: https://e.lanbook.com/book/87570	Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Борейшо, В.А. Борейшо, И.М. Евдокимов, С.В. Ивакин; под редакцией А. С. Борейшо. – СПб.: Лань, 2016. – 520 с.	
Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/81559	Должиков, В.П. Технологии наукоемких машиностроительных производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Должиков. – СПб.: Лань, 2016. – 304 с.	
– Режим доступа: URL: https://biblio-online.ru/bcode/434532	Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. А. Рогов. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 190 с.	
– Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/86015	Ковшов, А.Н. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учебник / А.Н. Ковшов. –СПб.: Лань, 2016. –320 с.	
Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/125736	Копылов, Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения [Электронный ресурс]: учебник / Ю.Р. Копылов. –СПб.: Лань, 2020. – 496 с.	
Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/123474	Балла, О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.М. Балла. – СПб.: Лань, 2020. – 368 с.	

Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/595	Зубарев, Ю.М. Современные инструментальные материалы [Электронный ресурс]: учебник / Ю.М. Зубарев. – СПб.: Лань, 2014. – 304 с.	
--	---	--

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
3	Учебная аудитория для лекционных, практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории; лабораторное оборудование по изучению линейного двигателя, шагового двигателя, мотор-колеса, бесколлекторного двигателя, пневматического привода, гидравлического привода и электрических аппаратов. Стенд «Camozzi DID BASE», стенд ИПЦ Профкабинет «Гидроприводы и гидромашины», стенд ИПЦ Профкабинет «Регулируемые гидромашины, гидроприводы и гидроавтоматика». Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-05 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
4	Учебная аудитория для практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории; лабораторное оборудование по	51-06-01 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	изучению полупроводниковых преобразователей и промышленной электроники.	
--	---	--

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий **.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета	Код индикатора
1	Характеристика и особенности технологии электромашиностроения.	ПК-5.Д.3
2	Понятие производственного и технологического процесса.	
3	Определения составляющих технологического процесса (операция, переход, рабочий ход, установ, позиция, прием).	
4	Классификация видов производства и методов работы.	
5	Структура предприятий по производству электромеханических преобразователей.	
6	Содержание и общая характеристика технической подготовки производства.	
7	Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) и единая система технологической (ЕСТД) и конструкторской (ЕСКД) документации.	
8	Содержание технологических документов.	
9	Общие принципы выбора конструкции основных узлов ЭМП.	
10	Технологичность конструкций.	
11	Перспективы совершенствования конструкции, технологии и организации производства электромеханических преобразователей.	
12	Основы технического регулирования, стандартизации и качества продукции.	
13	Схемы производства основных видов электромеханических преобразователей.	
14	Технологическая последовательность операций при изготовлении асинхронных электродвигателей.	
15	Технологическая последовательность операций при изготовлении машин постоянного тока.	
16	Технологические требования к отливкам.	ПК-5.Д.3
17	Способы получения отливок из черных и цветных металлов.	
18	Технологические процессы свободной ковки, на радиально-ковочных машинах, поперечно-клиновой прокаткой.	

19	Горячее прессование алюминиевых сплавов.	
20	Прессование металлопорошков.	
21	Технология прессовки из термореактивных и термопластичных пластмасс.	
22	Раскройно-заготовительное производство.	
23	Резка металла.	
24	Гибка заготовок.	
25	Сварочное производство.	
26	Классификация видов сварочного производства.	
27	Технология газовой сварки, электросварки.	
28	Изготовление корпусов электрических машин гибкой и сваркой листовой стали.	
29	Понятие базы, виды баз, принцип совмещения баз.	
30	Выбор базы.	
31	Обобщённые технологические схемы обработки корпусов, статора, вала, ротора, подшипникового щита.	
32	Оснастка, используемая при механической обработке	
33	Технологические требования к штампованным деталям и магнитным системам.	ПК-5.Д.6
34	Основные марки стали и их характеристики.	
35	Требования к листам сердечников и магнитопроводам электрических машин.	
36	Геометрическая точность штампуемых контуров и методы их обеспечения.	
37	Технология штамповки листов сердечников на листоштамповочных установках и прессах.	
38	Типы штампов, их основные элементы, расчет усилия вырубки.	
39	Простые вырубные и компаундные штампы совмещённого и последовательного действия для вырубки листов статора и ротора.	
40	Влияние штамповки на свойства электротехнической стали.	
41	Допустимые величины заусенцев и краевого наклепа и их влияние на характеристики магнитопроводов.	
42	Контроль штамповки листов, срок службы и заточка штампов.	
43	Раскрой электротехнической стали.	
44	Правила эксплуатации, метод принудительной заточки и профилактического ремонта штампов.	
45	Экономичные раскрои материала при штамповке.	
46	Техпроцессы термообработки, оксидации и лакировки листов, их применение для различных типов электрических машин.	
47	Сборка (шихтовка) магнитопроводов, ориентация, набор, прессовка и крепление.	
48	Механизация и автоматизация процесса сборки и скрепления сердечников.	
49	Влияние качества изготовления сборки на технико-экономические показатели электрических машин.	
50	Проводниковые и изоляционные материалы.	ПК-5.Д.6
51	Способы нанесения изоляции.	

52	Соединение проводов в обмотках.	
53	Технологичность конструкций обмоток и изоляции.	
54	Технология изготовления и укладки обмоток статора, ротора из круглого провода.	
55	Технология изготовления и укладки обмоток из прямоугольного провода.	
56	Технология изготовления одновитковых, многовитковых и стержневых обмоток якорей машин постоянного тока.	
57	Технология намотки обмотки полюсов машин постоянного тока плашмя и на ребро.	
58	Технологичность литой и стержневой обмоток короткозамкнутых роторов.	
59	Способы заливки алюминия под высоким и низким давлением, статический, вибрационный, центробежный.	
60	Влияние методов заливки на характеристики электрических машин.	
61	Изготовление стержней роторов, их установка и сварка.	
62	Требования к изоляции высоковольтных обмоток.	
63	Технология изготовления и укладки катушечных высоковольтных обмоток.	
64	Технология изготовления стержней для обмоток турбо- и гидрогенераторов.	
65	Технология изготовления обмоток возбуждения для крупных электрических машин, турбо- и гидрогенераторов.	
66	Задачи пропитки обмоток.	
67	Технология пропитки низковольтных обмоток методами Зондереля, вакуума и давления, струйным.	
68	Пропитка обмоток в компаундах.	
69	Контроль и испытание обмоток в процессе изготовления и после пропитки	
70	Конструкции коллекторов и контактных колец в зависимости от назначения и мощности машин, материалы для их изготовления.	
71	Требования, предъявляемые к качеству коллекторов и контактных колец.	
72	Изготовление коллекторных пластин, изоляционных манжет и прокладок.	
73	Сборка коллекторов на втулках и на пластмассе.	
74	Изготовление кольца коллекторных пластин из неразделённой заготовки, опрессование кольца и разделение пластин.	
75	Изготовление деталей контактных колец и их сборка.	
	Технологичность конструкций.	
76	Сборка типовых соединений в электрических машинах: подшипникового узла, сердечника и корпуса; заведение ротора в статор; надевание и крепление подшипниковых щитов и крышек, коробки выводов.	
77	Технология сборки в массовом, серийном и единичном производстве, линия сборки машин.	
78	Статическая и динамическая балансировка вращающихся частей. Меры остаточных неуравновешенностей.	
79		

80	Требования к окраске.	
81	Очистка, обезжиривание, грунтовка и окраска деталей и машин.	
82	Механизация окрасочных работ.	
83	Упаковка, хранение и отгрузка электрических машин.	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Определить, какова величина допустимого сопротивления изоляции между обмоткой и корпусом электрической машины напряжением до 1 кВ: А. не менее 1 Мом; Б. не более 1 Мом; В. не менее 0,5 Мом; Г. не более 0,5 Мом. 2) Выявить причину неисправности: «Электродвигатель не разворачивается, гудит»: А. отсутствие напряжения в одной фазе; Б. межвитковое замыкание; В. загрязнение или отпотевание обмоток. 3) Установить способ устранения неисправности: повышенный нагрев подшипников: А. проверка и центровка валов; Б. замена подшипника; В. усиление фундамента. 4) Определить, как производят заполнение смазкой внутренних крышек подшипников: А. заполняя всё свободное пространство внутренней крышки; Б. заполняя пространство внутренней крышки на 2/3; В. заполняя только уплотнительные канавки. 5) Оценить до какой предельной температуры можно нагревать подшипники в масляной ванне перед посадкой на вал: А. 80 С; Б. 90.С; В. 100 С; Г.120 С.	ПК-5.Д.3
	6) Классифицировать подшипники качения в зависимости от воспринимаемой нагрузки: А. радиальные, упорные; Б. радиальные, роликовые, упорные;	ПК-5.Д.3

	В. радиальные, упорные, радиально-упорные. 7) Определить, с помощью чего производят насадку подшипникового щита и его наружной крышки: А. технологической шпильки; Б. нажимного болта; В. отжимного болта. 8) Оценить, как производят закладку смазки в подшипник качения: А. заполняя все свободное пространство подшипника; Б. заполняя 2/3 свободного пространства подшипника; В. заполняя 1/2 свободного пространства подшипника. 9) Определить допустимое сопротивление изоляции обмотки двигателя напряжением до 1 кВ: А. не ниже 0,5 Мом; Б. не ниже 1 Мом; В. не ниже 1,5 Мом; Г. не ниже 2 Мом. 10) Сделать вывод, когда измеренная величина сопротивления междуфазной изоляции обмоток двигателя близка к нулю: А. произошел обрыв обмоточного провода одной из фаз электродвигателя; Б. изоляция обеих фаз находится в удовлетворительном состоянии; В. произошло замыкание на корпус; Г. произошло междуфазное короткое замыкание.	
	1) Определить, какова величина недопустимого сопротивления изоляции между обмоткой и корпусом электрической машины напряжением до 1 кВ: А не менее 0,5 Мом; Б. не более 0,5 Мом. 2) Выявить причину неисправности «При вращении электродвигатель гудит и перегревается.»: А. отсутствие напряжения в одной фазе; Б. межвитковое замыкание; В.загрязнение или отогревание обмоток. 3) Установить способ устранения неисправности: стук в подшипнике: А. проверка и центровка валов; Б. замена подшипника; В. усиление фундамента. 4) Проанализировать, к чему может привести неправильная центровка электродвигателя: А к повышенному нагреву электродвигателя; Б.к вибрации электродвигателя В. к понижению сопротивления изоляции. 5) Определить предельное сопротивление изоляции обмотки двигателя напряжением до 1 кВ: А.5 Мом; Б. 1 Мом; В.0,5 Мом;	ПК-5.Д.6
	6) Оценить при какой предельной температуре нельзя нагревать подшипники в масляной ванне перед посадкой на вал: А. 80 С;	ПК-5.Д.6

	Б. 90.С; В. 100 С; 7) Указать виды подшипников : А. качения и трения; Б. покоя и скольжения; В. качения и скольжения. 8) Указать, с помощью чего производят насадку подшипникового щита и его наружной крышки: А. нажимного болта; Б. технологической шпильки; В. отжимного болта. 9) Проанализировать, как производят закладку смазки в подшипник качения: А.; заполняя 2/3 свободного пространства подшипника Б. заполняя все свободное пространство подшипника; В. заполняя 1/2 свободного пространства подшипника. 10) Сделать вывод когда измеренная величина напряжения в одной фазе обмоток двигателя близка к нулю: А. произошел обрыв обмоточного провода одной из фаз электродвигателя; Б. изоляция обеих фаз находится в удовлетворительном состоянии; В. произошло замыкание на корпус;	
	Вариант 1В, 2А, 3А, 4В, 5Б, 6В, 7А, 8Б, 9Б, 10Г; Вариант 1Б, 2Б, 3Б, 4А, 5В, 6В, 7Б, 8А, 9Б, 10А;	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

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

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (Учебным планом не предусмотрено)

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

1. Все студенты должны быть ознакомлены с темами практических занятий, приведенными в таблице 4.

2. Практические занятия целесообразно проводить по темам, предварительно изученными студентами на лекциях или самостоятельно.

3.В начале каждого практического занятия необходимо провести тестовый контроль подготовки студентов к этому занятию, воспользовавшись вопросами тестового контроля, приведенными в таблице 18.

4. С целью повышения эффективности практических занятий необходимо изучение каждой темы сопровождать примерами из практики реального производства.

5.При проведении практических занятий необходимо обращать внимание студентов на ошибки, допускаемые при несоблюдении технологии производства, предлагать им найти более оптимальный путь решения производственной задачи и т.п.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

(Учебным планом не предусмотрено)

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

(Учебным планом не предусмотрено)

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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. 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.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью вопросов, изложенных в таблице 16 и тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный

результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой