

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

« 05 » декабря 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Иновационные методы исследования в электромеханике  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Специальные электрические машины для авиационных  
силовых установок  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области электромеханики, формирование у магистров необходимых знаний, умений и компетенций, необходимых для проведения исследований, связанных с переходными процессами электромеханических преобразователей, на базе использования теории вероятности и математической статистики, с использованием современной аппаратуры для получения исходной информации по результатам их стендовых испытаний с обработкой и анализом результатов.

Задача дисциплины:

изучение современных методов исследования электромеханических преобразователей энергии; изучение переходных процессов происходящих в данных устройствах с использованием современных способов идентификации этих процессов по результатам стендовых испытаний, моделирования и оптимизации параметров электрических машин; формирование умения выбирать и использовать современное электрооборудование, применяемое в технике испытания устройств электромеханики, выбирать эффективные схемные решения систем электроснабжения испытываемой машины и схем измерения первичной информации; формирование навыков использования стандартных методов исследования переходных процессов мощных синхронных машин с анализом их недостатков в условиях влияния различных случайных факторов с целью, не только овладения новыми подходами к идентификации зашумлённых переходных процессов с использованием элементов теории вероятности и математической статистики, но и развития новых подходов.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- современные методы испытания систем электромеханических преобразователей энергии;
- переходные процессы электромеханических преобразователей энергии;
- современные методы моделирования переходных процессов электромеханических преобразователей энергии;
- современные датчики преобразования первичной информации и средства её регистрации при быстропротекающих переходных процессах в электромеханических преобразователях энергии;
- новые высокоточные и достоверные методы обработки зашумлённых переходных процессов по результатам стендовых испытаний электромеханических преобразователей энергии (мощных синхронных машин - турбогенераторов).

## 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
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	<p>Умеет: - применять новые подходы к исследованию и идентификации зашумлённых переходных процессов мощных ЭМП энергии по результатам их стендовых испытаний;</p>	<p>Знает: современные методы научных и инженерных исследований (в том числе, с использованием специального математического аппарата, компьютерных, сетевых и информационных технологий); количественные и качественные методы обработки данных научных и инженерных исследований; требования к оформлению и представлению результатов выполненных научных и инженерных исследований</p>	<p>Отчёт по практическом у занятию</p>
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	<p>Умеет: - применять новые подходы к исследованию и идентификации зашумлённых переходных процессов мощных ЭМП энергии по результатам их стендовых испытаний;</p> <p>- применять стандартные методы исследования и идентификации переходных процессов ЭМП энергии с представлением результатов выполненной работы;</p> <p>- применять современную аппаратуру для проведения эффективных исследований и идентификации переходных процессов ЭМП энергии с целью получения и представления точных результатов идентификации;</p> <p>- анализировать режимы работы ЭМП энергии (ТГ, ГГ и др.) с</p>	<p>Умеет: применять специальный математический аппарат, компьютерные, сетевые и информационные технологии в научных и инженерных исследованиях; анализировать и оценивать результаты выполненных научных и инженерных исследований</p>	<p>Отчёт по практическом у занятию</p>

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		использованием современных интеллектуальных средств электроники и пакетов программ для профессионального саморазвития.		
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- новыми подходами к исследованию и идентификации асимметричных и симметричных зашумлённых ПП в обмотках якоря СМ по результатам стендовых испытаний в опытах ВКЗ, ГП, ВН.</li> <li>- навыками обработки новыми вероятностно-статистическими методами указанных ПП по результатам стендовых испытаний СМ в опытах ВКЗ, ГП, ВН.</li> <li>- навыками представлять результаты исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях;</li> <li>- навыками самостоятельно выполнять исследования и идентификацию зашумлённых ПП мощных СМ на базе новых подходов с использованием элементов теории вероятностей и математической статистики.</li> </ul>	Владеет навыками публичного представления результатов выполненных научных и инженерных исследований с подготовкой доклада, отчета и презентации	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает: – методы исследования с представлением их результатов при исследовательских и серийных испытаниях синхронных машин в переходных режимах;	Знает цели и задачи проводимых экспериментов, методы и средства планирования экспериментов, методы проведения экспериментов и обработки информации	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		–используемую современную аппаратуру для проведения исследований с целью решения поставленных задач для синхронных машин при переходных процессах; –возможности современных информационных технологий с целью полезного анализа результатов исследований и идентификации переходных процессов синхронных машин;		
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет: – применять стандартные методы исследования и идентификации неустановившихся режимов работы синхронных машин; – применять методы физико-математического анализа и моделирования переходных процессов.	Умеет применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты экспериментов и проведенных исследований и разработок	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет: – навыками математического моделирования при исследованиях переходных процессов СМ в электрических цепях её обмоток; – навыками самостоятельной интерпретации и представления результатов исследования зашумлённых переходных процессов СМ.	Владеет навыками проведения экспериментов, навыками оформления технической документации по результатам исследований и экспериментов	Отчёт по практическом у занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 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	
3-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
Проблемы электромеханики	6	0	6	16
Тема 1. Причины изучения переходных процессов в синхронных машинах (СМ). Характеристика переходных процессов СМ Общая характеристика причин изучения переходных процессов синхронных машин. Переходные процессы в цепях возбуждения и способы гашения поля. Анализ процессов в СМ без успокоительной обмотки при разомкнутой обмотке якоря. Процессы в машине с успокоительной обмоткой при разомкнутой обмотке якоря. Синхронная машина с успокоительной обмоткой при замкнутой обмотке якоря. Физические процессы при внезапном трёхфазном коротком замыкании (ВКЗ) зажимов обмотки якоря СМ. Теорема постоянства потокосцепления. Периодические и аperiodические токи якоря СМ. Периодические и аperiodические токи обмоток индуктора. Определение начальных значений токов якоря при внезапном трёхфазном коротком замыкании его обмоток. Затухание периодических токов якоря. Затухание аperiodического тока якоря. Полный и ударный ток короткого замыкания и его последствия для СМ. Тема 2. Проблемы определения по отечественным стандартам параметров СМ из переходных процессов графоаналитическими методами Описание методики определения параметров СМ из опытов гашения поля (ГП) по отечественным стандартам и её недостатки. Описание методики определения параметров СМ из опытов ВКЗ и её недостатки.				
Новые методы идентификации переходных процессов СМ	10	0	14	32
Тема 3. Опыты внезапного короткого замыкания СМ Обоснование аппаратного способа получения первичной информации о переходных процессах. Преобразование аналогового переходного процесса в обмотках якоря к дискретному виду. Решение проблемы выделения вершин переходных процессов. Описание алгоритма идентификации переходного процесса в опыте ВКЗ. Тема 4. Опыты гашения поля Описание алгоритма идентификации переходного процесса в опыте ГП.				
Устройства регистрации первичной информации быстропротекающих процессов в СМ	2	0	4	16
Тема 5. Шлейфовые осциллографы Общая информация о светолучевых осциллографах. Тема 6. Цифровые запоминающие осциллографы (ЦЗО) Общая характеристика о ЦЗО, преимущества.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 7. Датчики съёма первичной информации				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	24	64
ИТОГО по дисциплине	18	0	24	64

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Выделение вершин из синусоидально затухающих (или возрастающих) переходных процессов в обмотках статора СМ.
2	Расчёт электромагнитных постоянных времени и индуктивных сопротивлений из переходных процессов СМ по результатам их стендовых испытаний в опытах ВКЗ, ГП, УВ, ВН и др. по отечественным государственным стандартам.
3	Исследования по расчёту эффективных оценок случайного признака переходной составляющей симметричного тока якоря в переходных процессах СМ из опытов ВКЗ, ГП, УВ, ВН с использованием вариационных рядов, критерия Пирсона и распределения Пуассона.
4	Идентификация зашумлённых переходных процессов СМ по результатам стендовых испытаний СМ в опытах ВКЗ, ГП, УВ, ВН.
5	Обзор возможностей ВСМ при идентификации переходных процессов СМ: -для расчёта ударного тока; -для идентификации сверхпереходной составляющей; -для расчёта индуктивных сопротивлений и др. возможности.

## 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учебное пособие для втузов. 5-е изд., стер. Москва : КНОРУС, 2010. 480 с.	78
2	Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008. 349 с.	19
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Жерве Г. К. Промышленные испытания электрических машин / Г. К. Жерве. - Ленинград: Энергоатомиздат, 1984.	19
2	Судаков А. И. Надежность электрических машин : учебное пособие / А. И. Судаков, Е. А. Чабанов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	48
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	ГОСТ 10169-77. Машины электрические трёхфазные синхронные. Методы испытаний.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Судаков А. И. Надежность электрических машин : учебное пособие / А. И. Судаков, Е. А. Чабанов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/516">https://elib.pstu.ru/docview/516</a>	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

## 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)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

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

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе