

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Псковский государственный университет»
(ПсковГУ)**

Передовая инженерная школа гибридных технологий
в станкостроении Союзного государства

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) / ПРАКТИКЕ
(закрытая часть)**

**Б1.В.М.08 Синхронные электрические машины
в электротехнике и автономной электроэнергетике**

(шифр, наименование дисциплины/практики)

Направление подготовки / специальность

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(указываются код и наименование направления подготовки / специальности)

Магистерская программа ОПОП ВО

«Электроприводы и системы управления электроприводов»

Форма обучения очная, очно-заочная, заочная

Квалификация выпускника* - магистр

Псков
2023

Фонд оценочных средств по дисциплине/ практике

Б1.В.М.08 Синхронные электрические машины в электротехнике и автономной электроэнергетике


разработан на основе ФГОС ВО 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. №147

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании отделения электроэнергетики, электропривода и систем автоматизации Передовой инженерной школы гибридных технологии в станкостроении Союзного государства,

протокол от «03» апреля 2023 г. № 2

Зав. отделением электроэнергетики,
электропривода и систем автоматизации

« » 20 г.

 (И.И.Бандурин)

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

ПК - 1 Способен разрабатывать технические решения при проектировании и модернизации систем электропривода и автоматизированных систем управления технологическими процессами, руководить внедрением новых решений в технологические процессы

ПК-2- Способен обеспечивать необходимые параметры технологических процессов средствами электропривода и автоматизированных систем управления технологическими процессами по различным методикам.

№ п/п	Шифр р комп.	Этапы формирования компетенций		
		Начальный этап	Основной этап	Завершающий этап
1	ПК-1	Б1.В.М.01 Теория электропривода Б1.В.М.04 Системный анализ и принятие решений Б1.В.М.05 Современные микропроцессорные средства в электроприводе Б1.В.М.07 Числовое программное управление технологическими процессами Б1.В.М.ДВ.01.01 Электропривод в современных технологиях Б1.В.М.ДВ.01.02 Маркетинг и инжиниринг электроприводов Б1.В.М.09 Гибридные технологии в электроэнергетике ФТД.02 Робототехника и искусственный интеллект	Б1.В.М.03 Системы управления электроприводов переменного тока с частотным управлением Б1.В.М.06 Имитационное моделирование технических систем Б1.В.М.07 Числовое программное управление технологическими процессами Б1.В.М.ДВ.01.01 Электропривод в современных технологиях Б1.В.М.ДВ.01.02 Маркетинг и инжиниринг электроприводов Б1.В.М.ДВ.02.01 Системы автоматизированного проектирования электротехнических устройств Б1.В.М.ДВ.02.02 Программируемые логические контроллеры для электроприводов	Б1.В.М.06 Имитационное моделирование технических систем Б1.В.М.08 Синхронные электрические машины в электротехнике и автономной электроэнергетике Б2.В.М.01(П) Научно-производственная практика Б2.В.М.02(Пд) Производственная преддипломная практика Б3.01 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

2	ПК-2	Б1.В.М.01 Теория электропривода Б2.В.М.02 Системы управления электроприводов Б1.В.М.05 Современные микропроцессорные средства в электроприводе Б1.В.М.07 Числовое программное управление технологическими процессами Б1.В.М.ДВ.01.01 Электропривод в современных технологиях Б1.В.М.ДВ.01.02 Маркетинг и инжиниринг электроприводов	Б1.В.М.03 Системы управления электроприводов переменного тока с частотным управлением Б1.В.М.06 Имитационное моделирование технических систем Б1.В.М.08 Синхронные электрические машины в электротехнике и автономной электроэнергетике Б1.В.М.ДВ.01.01 Электропривод в современных технологиях Б1.В.М.ДВ.01.02 Маркетинг и инжиниринг электроприводов	Б1.В.М.06 Имитационное моделирование технических систем Б2.В.М.01(П) Научно-производственная практика Б2.В.М.02(Пд) Производственная преддипломная практика Б3.01 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
---	------	--	---	---

2. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций		
			знать	уметь	владеть
1.	ИПК-1.2	ИПК-1.2 Умеет: производить выбор оборудования проектируемой системы	- <i>знает</i> особенности использования синхронных электрических машин в электротехнике и автономной электроэнергетике	- <i>умеет</i> произвести выбор необходимых синхронных машин в зависимости от задачи проектируемой системы	
2.	ИПК-1.3	ИПК-1.3 Умеет: разрабатывать пояснительную записку на разных этапах проектирования	- <i>знает</i> состав системы управления шаговым электроприводом в системах позиционного и		- <i>владеет</i> навыками разработки автономных энергетических систем малой мощности с использованием

			контурного управления;		синхронных электрических машин.
--	--	--	------------------------	--	---------------------------------

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций		
			знать	уметь	владеть
1.	ИПК-2.3	ИПК-2.3 Владеет методами анализа характеристик системы и оценивает возможность улучшения их параметров	- <i>знает</i> особенности электромеханического преобразования энергии в шаговых электроприводах на основе гибридных шаговых электродвигателей	- <i>умеет</i> провести анализ работы вентильных реактивных двигателей с переменным магнитным сопротивлением	- <i>владеет</i> знаниями о перспективных высокоскоростных синхронных электрических машинах и их перспективах применения в электротехнике.

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№ заданий	
	Раздел 1. Модель двухфазного идеализированного шагового двигателя (ШД). Частота приемистости. Методы электрического дробления шага. Применение ШЭП в станкостроении и других системах точного позиционного управления. Разомкнутый и замкнутый ШЭП. Режим БДПТ.	ИПК -1.2	Вопросы к экзамену		Зачет с оценкой

	<p>Раздел 2. Вентильные электроприводы. Угол коммутации. Конструкции синхронных машин с постоянными магнитами (СМПМ). Трёхфазный синхронный двигатель с постоянными магнитами (ВДПМ). Режимы работы ВДПМ. Возможность использования СМПМ в режиме генератора для автономной системы электроснабжения. Система векторного управления СДПМ.</p> <p>Раздел 3. Принципы построения силовой части ШЭП и ВЭП. Системы электропривода с активными выпрямителями (AFE) на входе. Регуляторы и преобразователи постоянного напряжения в постоянное (DC/DC). Применение активных выпрямителей в системах автономного электроснабжения. Стойка - основной элемент силовой схемы. Преобразователи постоянного напряжения-DC/DC, высоковольтные инверторы. Автономные электроэнергетические установки малой мощности.</p>				
	<p>Раздел 1. Механические модели шагового электропривода (ШЭП). Статическое синхронизирующее усилие (момент). Электрический и механический шаг. Статическая</p>	ИПК -1.3	Отчеты к лабораторным работам, вопросы к зачету		Зачет с оценкой, Лабораторные работы

	<p>ошибка. Точность позиционирования.</p> <p>Раздел 2. Режимы работы ВДПМ. Возможность использования СМПМ в режиме генератора для автономной системы электроснабжения. Система векторного управления СДПМ. Особенности конструкции и электромеханического преобразования энергии в вентильно-индукторных машинах (ВИМ).</p> <p>Раздел 3. Инверторы напряжения и инверторы тока. Системы электропривода с активными выпрямителями (AFE) на входе. Применение активных выпрямителей в системах автономного электроснабжения. Стойка - основной элемент силовой схемы. Преобразователи постоянного напряжения-DC/DC.</p>				
	<p>Раздел 1. Магнитная энергия, коэнергия. Вывод уравнения момента (усилия) двигателя из закона сохранения энергии. Реактивный и активный моменты. Статическое синхронизирующее усилие (момент). Электрический и механический шаг. Методы электрического дробления шага.</p> <p>Раздел 2. Трёхфазный синхронный двигатель с постоянными магнитами (ВДПМ). Режимы работы ВДПМ.</p>	ИПК-2.3	Вопросы к экзамену		Зачет с оценкой

<p>Система векторного управления СДПМ. Особенности конструкции и электромеханического преобразования энергии в вентильно-индукторных машинах (ВИМ).</p> <p>Раздел 3. Принципы построения силовой части ШЭП и ВЭП. Инверторы напряжения и инверторы тока. Стойка - основной элемент силовой схемы. Преобразователи постоянного напряжения- DC/DC, высоковольтные инверторы.</p>				
---	--	--	--	--

2. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации, контроля самостоятельной работы обучающихся

(включая экзаменационные вопросы, вопросы к зачету, задачи (задания), тесты и другие виды контроля, интерактивные занятия, осуществляемые в процессе изучения дисциплины (модуля)). Нумерация оценочных средств вне зависимости от их вида – сквозная.

4.1. Тесты (тестовые задания) для текущего контроля и контроля самостоятельной работы обучающихся

Тесты (тестовые задания) для текущего контроля и контроля самостоятельной работы обучающихся расположены на сайте дистанционного обучения ПсковГУ do3.pskgu.ru в дисциплине «Синхронные электрические машины в электротехнике и автономной электроэнергетике»

<https://do3.pskgu.ru/course/view.php?id=12266>

Критерии и шкала оценки:

- критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;
- показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:
высокий (отлично) – более 80% правильных ответов;
достаточный (хорошо) – от 60 до 80 % правильных ответов;
пороговый (удовлетворительно) – от 50 до 60% правильных ответов;
критический (неудовлетворительно) – менее 50% правильных ответов.

4.2. Комплект задач (заданий) для текущего контроля и контроля

самостоятельной работы обучающихся

Контрольных заданий и расчетно-графических работ учебным планом не предусмотрено.

4.3. Вопросы для текущего контроля при выполнении лабораторных работ, практикумов

1. Что такое частота приемистости шагового электродвигателя (ШД)?
2. Напишите соотношение по которому с учетом момента инерции на валу ШД можно оценить значение частоты приемистости?
3. Каков оптимальный закон формирования токов в обмотке шагового электропривода при частотно-токовом управлении.
4. Нарисуйте силовую схему для управления реверсивным двухфазным шаговым электроприводом.
5. Представьте вид характеристики статического синхронизирующего момента ШД.
6. Какими механическими моделями можно интерпретировать работу шагового электропривода?
7. Что такое режим БДПТ? Как его реализовать.
8. Зачем применяются в шаговом электроприводе цифро-фазовые преобразователи?
9. Что такое электрическое дробление механического шага и как оно реализуется?
10. Перечислите известные способы коммутации обмоток разомкнутого шагового электропривода.
11. Перечислите известные методы интерполяции траекторий движения при программном управлении шаговыми электродвигателями.
12. Поясните сущность метода линейной интерполяции по методу оценочной функции.
13. Поясните способ реализации программной траектории движения при круговой интерполяции по методу оценочной функции.
14. На примере 2 стоек инвертора поясните различие силовой части подключения обмотки ШД и вентильно-индукторной машины (ВИМ).
15. Нарисуйте вид механической характеристики ВИМ?
16. Представьте функциональную схему повышающего преобразователя DC-DC.
17. Разработайте и выберите элементы для автономной электроэнергетической установки малой мощности (до 15 кВт), включающей в свой состав синхронную машину с постоянными магнитами.

Критерии и шкала оценки:

- критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;
- показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:
высокий (отлично) – более 80% правильных ответов;
достаточный (хорошо) – от 60 до 80 % правильных ответов;
пороговый (удовлетворительно) – от 50 до 60% правильных ответов;
критический (неудовлетворительно) – менее 50% правильных ответов.

4.4. Реферат для контроля самостоятельной работы обучающихся Рефератов по дисциплине не предусмотрено.

4.5. Эссе для контроля самостоятельной работы обучающихся

Эссе по дисциплине не предусмотрено

4.6. Вопросы к экзамену

Экзамена по дисциплине не предусмотрено.

4.7. Задачи (задания) к экзамену не предусмотрено

4.8. Вопросы и задачи (задания) к зачету

Вопросы по курсу «Синхронные электрические машины в электротехнике и автономной электроэнергетике»

1. Вентильно-индукторные двигатели. Особенности электромеханического преобразования энергии. Электромагнитный момент ВИД.
2. Вентильно - индукторные двигатели. Особенности конструкции, принципы управления и коммутации обмоток силового ВИД.
3. Вентильно-индукторные двигатели. Инверторы для ВИД.
4. Системы управления шаговыми электроприводами. Конструкции ШД, методы коммутации обмоток. Характеристика статического синхронизирующего момента и механическая характеристика ШЭП.
5. Системы управления шаговыми электроприводами. Математическая модель идеализированного гибридного двухфазного ШД. Закон оптимального позиционного управления и методы программной коррекции траектории движения.
6. Системы управления шаговыми электроприводами. Механические модели ШЭП. Условия статической и динамической устойчивости. Частота приемистости.
7. Системы управления шаговыми электроприводами. Основные режимы работы ШЭП.
8. Системы управления шаговыми электроприводами. Методы электрического дробления шага с использованием цифrofазовых и цифроаналоговых преобразователей.
9. Системы управления шаговыми электроприводами. Элементная база ШЭП: распределители импульсов, силовые управляемые преобразователи, микроконтроллеры.
10. Трехфазный ВДПМ. Силовая схема, структура системы управления.
11. СМППМ в автономной электроэнергетике.
12. Новая структура электроэнергетической системы с DC-DC преобразователями.
13. Пример автономной электроэнергетической установки.

Вопросы и задачи (задания) к зачету должны обеспечить проверку уровня сформированности необходимых компетенций, соотнесенных с индикаторами формирования компетенций: «знать», «уметь», «владеть».

Перечень вопросов формируется отдельно для каждой компетенции.

Индекс компетенции	№ задачи (задания)	Формулировка вопроса
ИПК -1.2		- <i>знает</i> особенности использования синхронных электрических машин в электротехнике и автономной электроэнергетике; <i>умеет</i> произвести выбор необходимых синхронных машин в зависимости от задачи проектируемой системы

		<p>1. Системы управления шаговыми электроприводами. Элементная база ШЭП: распределители импульсов, силовые управляемые преобразователи, микроконтроллеры.</p> <p>2. Вентильно-индукторные двигатели. Особенности электромеханического преобразования энергии. Электромагнитный момент ВИД.</p> <p>3. Вентильно-индукторные двигатели. Инверторы для ВИД.</p> <p>4. Трехфазный ВДПМ. Силовая схема, структура системы управления.</p> <p>5. СМППМ в автономной электроэнергетике.</p>
ИПК -1.3		<p>-<i>знает</i> состав системы управления шаговым электроприводом в системах позиционного и контурного управления; <i>владеет</i> навыками разработки автономных энергетических систем малой мощности с использованием синхронных электрических машин.</p> <p>1. Системы управления шаговыми электроприводами. Конструкции ШД, методы коммутации обмоток. Характеристика статического синхронизирующего момента и механическая характеристика ШЭП.</p> <p>2. Системы управления шаговыми электроприводами. Математическая модель идеализированного гибридного двухфазного ШД. Закон оптимального позиционного управления и методы программной коррекции траектории движения.</p> <p>3. Системы управления шаговыми электроприводами. Механические модели ШЭП. Условия статической и динамической устойчивости. Частота приемистости.</p> <p>4. Системы управления шаговыми электроприводами. Основные режимы работы ШЭП.</p> <p>5. Системы управления шаговыми электроприводами. Методы электрического дробления шага с использованием цифро-фазовых и цифроаналоговых преобразователей.</p> <p>6. Системы управления шаговыми электроприводами. Элементная база ШЭП: распределители импульсов, силовые управляемые преобразователи, микроконтроллеры.</p> <p>7. СМППМ в автономной электроэнергетике.</p> <p>8. Новая структура электроэнергетической системы с DC-DC преобразователями.</p>
ИПК-2.3		<p>-<i>знает</i> особенности электромеханического преобразования энергии в шаговых электроприводах на основе гибридных шаговых электродвигателей; <i>умеет</i> провести анализ работы вентильных реактивных двигателей с переменным магнитным сопротивлением; <i>владеет</i> знаниями о перспективных высокоскоростных синхронных электрических машинах и их перспективах применения в электротехнике.</p>

		<p>1. Вентильно - индукторные двигатели. Особенности конструкции, принципы управления и коммутации обмоток силового ВИД.</p> <p>2. Системы управления шаговыми электроприводами. Математическая модель идеализированного гибридного двухфазного ШД. Закон оптимального позиционного управления и методы программной коррекции траектории движения.</p> <p>3. Системы управления шаговыми электроприводами. Механические модели ШЭП. Условия статической и динамической устойчивости. Частота приемистости.</p> <p>4. Системы управления шаговыми электроприводами. Основные режимы работы ШЭП.</p> <p>5. Системы управления шаговыми электроприводами. Методы электрического дробления шага с использованием цифrofазовых и цифроаналоговых преобразователей.</p> <p>6. Трехфазный ВДПМ. Силовая схема, структура системы управления.</p> <p>7. Новая структура электроэнергетической системы с DC-DC преобразователями.</p> <p>8. Пример автономной электроэнергетической установки (проектирование и выбор элементов на заданную мощность) составляет предмет расчетно-графической работы при её введении в список контрольных мероприятий для данного курса).</p>
--	--	--

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-и бальной шкале оценивания

Критерии и шкала оценки:

- критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;
- показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:
высокий (отлично) – более 80% правильных ответов;
достаточный (хорошо) – от 60 до 80 % правильных ответов;
пороговый (удовлетворительно) – от 50 до 60% правильных ответов;
критический (неудовлетворительно) – менее 50% правильных ответов.

Оценка	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Отлично	Высокий уровень	Обучающийся показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания программы дисциплины, а также умение свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов и т.д.;
Хорошо	Достаточный уровень	Обучающийся показал достаточные знания основных разделов программы дисциплины, но при этом допускает некритичные неточности в ответе на вопросы и т.д.;
Удовлетворительно	Пороговый	Обучающийся показал фрагментарный,

	уровень	разрозненный характер знаний, недостаточно точные формулировки базовых понятий, нарушающие логическую последовательность в изложении программного материала, при этом обучающийся владеет знаниями основных разделов дисциплины, необходимыми для дальнейшего обучения, знаком с рекомендованной справочной литературой и т.д.;
Неудовлетворительно	Критический уровень	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях большей части основного содержания дисциплины, допускаются грубые ошибки в формулировке основных понятий, в ответах на вопросы и т.д.

4.9. Курсовая работа/Курсовой проект не предусмотрен

Разработчик

доцент образовательного департамента
ПИИШ гибридных технологий
в станкостроении Союзного Государства ПсковГУ

(занимаемая должность,
место работы)

(подпись)

А.И.Хитров
(инициалы, фамилия)

старший преподаватель образовательного департамента
ПИИШ гибридных технологий
в станкостроении Союзного Государства ПсковГУ

(занимаемая должность,
место работы)

(подпись)

А.А.Хитров
(инициалы, фамилия)

Эксперты:*

(занимаемая должность,
место работы)

(подпись)

(инициалы, фамилия)

(занимаемая должность,
место работы)

(подпись)

(инициалы, фамилия)

* Экспертов должно быть не менее двух. Экспертами должны быть работодатели из числа действующих руководителей и работников профильных организаций.