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.03 Системы управления электроприводов переменного тока с частотным управлением

(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.03 Системы управления электроприводов переменного тока с частотным управлением

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

_____(И.И.Бандурин)

«___»_____20___г.

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 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-1.1	ИПК-1.1 Знает: структуру проектируемой системы с учетом современного уровня техники	-*знает* математическую модель асинхронного электропривода при частотном управлении в координатах X-Y.	-*умеет* составить функциональную схему системы электропривода с частотным управлением в зависимости от требований показателей качеств динамических си статических характеристик;	-*владеет* знаниями о системах прямого управления моментом в датчиковых и бездатчиковых структурах частотного управления.	
2.	ИПК-1.2	ИПК-1.2 Умеет: производить	-*знает* базовые системы управления	-*умеет* выбрать необходимый преобразователь	-*владеет* методами расчёта регуляторов	

		выбор оборудования проектируемой системы	моментом и скоростью по принципу векторного управления электроприводами переменного тока	частоты при модернизации электропривода постоянного тока на систему ПЧ-АД (курсовой проект).	координат в системе векторного управления.	
3.	ИПК-1.3	ИПК-1.3 Умеет: разрабатывать пояснительную записку на разных этапах проектирования	-*знает* основные требования ГОСТ при составлении отчётов по НИР и подготовке отчёта по реализации курсового проекта;	-*умеет* составить пояснительную записку при проектировании и модернизации системы электропривода;		

№ 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-2.1	ИПК-2.1 Знает: способы определения параметров системы управления, необходимые для обеспечения заданного качества характеристик	-*знает* отличие систем FOC и DTC при частотном управлении электроприводами;	-*умеет* рассчитать параметры системы управления при прямом управлении моментом АД (FOC).	
2.	ИПК-2.2	ИПК-2.2 Умеет: составить алгоритм работы системы с учетом заданных функций и характеристик	-*знает* алгоритмы работы системы управления на основе модели обобщённой электрической машины в координатах X-Y для АД и D-Q для СД.		-*владеет* навыками координатных преобразований (преобразования Парка и Кларк).

3.	ИПК-2.3	ИПК-2.3 Владеет : методами анализа характеристик системы и оценивает возможность улучшения их параметров	-*знает* о перспективности использования систем векторного частотного управления электроприводами переменного тока;	-*умеет* обосновать и выбрать преобразователь частоты для конкретного общепромышленного механизма.	

3. 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	
1	Раздел 1. Закон М.П.Костенко. Базовые векторы. Функциональная схема асинхронного электропривода со скалярным частотным управлением. Типовые структуры систем замкнутого скалярного частотного управления: с компенсацией скольжения, поддержания постоянства потокосцеплений. Раздел 2. Системы векторного управления асинхронным двигателем с поддержанием постоянства потокосцепления ротора, статора. Функциональная схема асинхронного электропривода с векторным управлением без датчика скорости. Варианты построения систем прямого управления моментом.	ИПК-1.1	Вопросы к экзамену		экзамен
2	Раздел 1. Системы скалярного частотного управления асинхронным двигателем. Расчёт аналогового и цифрового	ИПК-1.2	Вопросы к экзамену		экзамен

	регулятора скорости в системе компенсации скольжения. Преобразователи частоты. Модернизация электроприводов постоянного тока с применением преобразователей частоты. Раздел 2. Системы векторного управления асинхронным двигателем с поддержанием постоянства потокосцепления ротора. Типовые структуры бездатчиковых систем векторного управления. Системы управления электроприводами, альтернативные классическим принципам. Раздел 3. Линеаризованная структурная схема канала регулирования потокосцепления ротора асинхронного двигателя. Одноконтурная схема канала регулирования потокосцепления ротора двигателя. Аналитический расчет регуляторов канала регулирования скорости двигателя.				
	Раздел 1. Системы скалярного частотного управления асинхронным двигателем. Функциональная схема асинхронного электропривода со скалярным частотным управлением. Расчёт аналогового и цифрового регулятора скорости скорости в системе компенсации скольжения. Преобразователи частоты. Модернизация электроприводов	ИПК-1.3	Задание на курсовое проектирование		Курсовой проект

	постоянного тока с применением преобразователей частоты. Раздел 2. Системы векторного управления асинхронным двигателем с поддержанием постоянства потокосцепления ротора. Раздел 3. Линеаризованная структурная схема канала регулирования потокосцепления ротора асинхронного двигателя. Аналитический расчет регуляторов канала регулирования потокосцепления и скорости двигателя.				
	Раздел 1. Системы скалярного частотного управления асинхронным двигателем. Закон М.П.Костенко. Алгоритм бездатчикового скалярного частотного управления электроприводом. Типовые структуры систем замкнутого скалярного частотного управления: с компенсацией скольжения. Расчёт аналогового и цифрового регулятора скорости в системе компенсации скольжения. Раздел 3. Одноконтурная схема канала регулирования потокосцепления ротора двигателя. Двухконтурная схема канала регулирования потокосцепления ротора двигателя. Двукратноинтегрирующая схема канала регулирования	ИПК-2.1	Вопросы к экзамену		Экзамен, Лабораторные работы

	потокосцепления ротора асинхронного двигателя. Аналитический расчет регуляторов канала регулирования скорости двигателя. Однократноинтегрирующая двухконтурная схема канала регулирования частоты вращения ротора двигателя. Двукратноинтегрирующая двухконтурная схема канала регулирования частоты вращения ротора двигателя.				
	Раздел 2. Системы векторного управления асинхронным двигателем с поддержанием постоянства потокосцепления ротора, статора. Алгоритм бездатчикового векторного управления электроприводом. Типовые структуры бездатчиковых систем векторного управления. Блок-схема системы автоматического регулирования электроприводом переменного тока с разрывным управлением. Табличный способ выбора расположения результирующего вектора напряжения в неподвижной координатной плоскости. Варианты построения систем прямого управления моментом.	ИПК- 2.2	Вопросы к экзамену		Экзамен, упражнения
	Раздел 1. Системы скалярного частотного управления асинхронным двигателем. Закон М.П.Костенко. Базовые векторы. Функциональная схема асинхронного	ИПК-2.3	Вопросы к экзамену		Экзамен, Лабораторные работы

	электропривода со скалярным частотным управлением. Раздел 3. Линеаризованная структурная схема канала регулирования потокосцепления ротора асинхронного двигателя. Аналитический расчет регуляторов канала регулирования скорости двигателя. Однократноинтегрирующая двухконтурная схема канала регулирования частоты вращения ротора двигателя.				

4. 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 «Системы управления электроприводов переменного тока с частотным управлением»

https://do3.pskgu.ru/course/view.php?id=3181

https://do3.pskgu.ru/course/view.php?id=6257

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. Изобразите графики изменения момента и скорости в системе подчиненного регулирования с токоограничением.
2. Нарисуйте обобщенную структурную схему разомкнутой системы электропривода с заданием на скорость идеального холостого хода и возможностью снимать сигналы пропорциональные моменту, угловой скорости и положения.
3. Представьте цифровую модель ПИ- регулятора.
4. Представьте цифровую модель ПД - регулятора.
5. Представьте цифровую модель ПИД-регулятора.
6. Запишите координатные преобразования статорных переменных координат электропривода от трёхфазной к двухфазной системе координат переменного тока.
7. Запишите координатные преобразования от двухфазной системе координат переменного тока к вращающейся системе координат U, V и обратно.
8. Напишите уравнения для потокосцеплений статора и ротора в системе координат U, V.
9. Представьте известные Вам уравнения для вычисления электромагнитного момента асинхронного электродвигателя на основе уравнений электромагнитного момента обобщённой машины.
10. Нарисуйте Т- образную схему замещения асинхронной машины.
11. Представьте известную Вам методику расчета базовых параметров схемы замещения.
12. Методика расчета механических характеристик в системе ПЧ-АД со скалярной системой управления на основе справочных данных абсолютных параметров АД серии 4 А.
13. Нарисуйте четырехконтурную структурную схему векторного частотного управления с ориентацией на поддержание постоянства потокосцепления ротора (FOC-field oriented control).
14. Рассчитайте параметры регулятора потокосцепления ротора в одноконтурной схеме канала регулирования потокосцепления ротора двигателя.
15. Какова последовательность расчета регуляторов в двухконтурной схеме канала регулирования потокосцепления ротора двигателя.
16. Нарисуйте двухконтурную систему регулирования тока и момента в векторной системе регулирования.
17. Представьте вид механических характеристик в системе векторного управления с ограничением координат электропривода.
18. Аналитический расчет регуляторов канала регулирования скорости двигателя.
19. Определите порядок астатизма по управляющему и возмущающему воздействию в однократно интегрирующей и двукратно интегрирующая системе регулирования частоты вращения ротора двигателя.
20. Какие типы регуляторов используются в системе релейного управления по методу прямого управления моментом?
21. Изложите основные особенности DTC (Direct torque control) частотного управления асинхронным электроприводом.
22. Какая структура частотного управления предпочтительнее DTC или FOC?

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

Экзаменационные вопросы по курсу «Системы управления электроприводов переменного тока с частотным управлением»

1. Системы управления асинхронных электроприводов. Классификация способов регулирования скорости АД.
2. Управляемые преобразователи для управления скоростью и моментом АД. Классификация, состав, структурные схемы.
3. Методика расчета параметров схемы замещения и эквивалентных постоянных времени статора и ротора для АД серии 4А.
4. Определение параметров системы управления ПЧ-АД по каталожным данным.
5. Устройства мягкого пуска АД (ТРН-АД).
6. Структурная схема линеаризованной системы ТРН-АД.
7. Преобразователи частоты. Классификация. Формы и значения выходных напряжений ПЧ-АД при различных способах ШИМ - модуляции.
8. Скалярное управление АД. Закон М.П.Костенко.
9. Расчет механических и электромеханических характеристик АД при скалярном частотном управлении.
10. Разомкнутые системы скалярного частотного управления АД. IR-компенсация.
11. Линеаризованная структурная схема системы ПЧ-АД с датчиком скорости. Синтез регулятора скорости.
12. Замкнутые системы скалярного частотного управления при стабилизации потокосцеплений.
13. Замкнутые системы скалярного управления с компенсацией скольжения.
14. Векторное управления. Основные принципы и обоснование необходимости применения.
15. Математическое описание АД в естественных координатах и эквивалентная двухфазная модель.
16. Фазные преобразования координат в системах векторного управления.
17. Математическая модель АД. Уравнения электромагнитного момента АД.
18. Векторная ШИМ при управлении асинхронными двигателями. Базовые векторы при управлении АД.
19. Векторное управление АД с ориентацией по потокосцеплению ротора («Трансвектор»).
20. Сравнение структуры ДПТ и АД при векторном управлении по потокосцеплению ротора.
21. Функциональная схема системы векторного управления и алгоритмы, реализуемые микропроцессорной системой управления.
22. Векторное управление АД без датчика положения и скорости.
23. Алгоритмы вычисления скорости и потокосцепления при косвенном бездатчиковом управлении АД.
24. Синтез регуляторов токов в системе векторного управления.
25. Синтез регулятора потокосцепления в системе подчиненного регулирования.

26. Синтез регуляторов электромагнитного момента и скорости в системе подчиненного регулирования при векторном управлении.
27. Прямое векторное управление моментом (DTC). Особенности стратегии управления.
28. Математическая модель АД в системе DTC.
29. Организация вычисления потокосцепления, номера сектора годографа напряжения статора, электромагнитного момента и скорости в системе DTC.
30. Функциональная схема системы DTC – управления. Таблица оптимального переключения векторов.

Вопросы экзаменационного билета должны обеспечить проверку уровня сформированности необходимых компетенций, соотнесенных с индикаторами формирования компетенций: «знать», «уметь», «владеть».

Перечень вопросов формируется отдельно для каждой компетенции.

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.

Индекс компетенции	№ задания	Формулировка вопроса
ИПК- 1.1		-*знает* математическую модель асинхронного электропривода при частотном управлении в координатах X-Y, *умеет* составить функциональную схему системы электропривода с частотным управлением в зависимости от требований показателей качеств динамических и статических характеристик; *владеет* знаниями о системах прямого управления моментом в датчиковых и бездатчиковых структурах частотного управления. 1.Управляемые преобразователи для управления скоростью и моментом АД. Классификация, состав, структурные схемы. 2. Скалярное управление АД. Закон М.П.Костенко. 3. Расчет механических и электромеханических характеристик АД при скалярном частотном управлении. 4. Разомкнутые системы скалярного частотного управления АД. IR- компенсация. 5. Замкнутые системы скалярного управления с компенсацией скольжения.

		6. Векторное управления. Основные принципы и обоснование необходимости применения. 7. Математическое описание АД в естественных координатах и эквивалентная двухфазная модель. 8. Функциональная схема системы векторного управления и алгоритмы, реализуемые микропроцессорной системой управления. 9. Векторное управление АД без датчика положения и скорости. 10. Прямое векторное управление моментом (DTC). Особенности стратегии управления.
ИПК- 1.2		-*знает* базовые системы управления моментом и скоростью по принципу векторного управления электроприводами переменного тока, *умеет* выбрать необходимый преобразователь частоты при модернизации электропривода постоянного тока на систему ПЧ-АД (курсовой проект), *владеет* методами расчёта регуляторов координат в системе векторного управления. 1. Определение параметров системы управления ПЧ-АД по каталожным данным. 2. Преобразователи частоты. Классификация. Формы и значения выходных напряжений ПЧ-АД при различных способах ШИМ - модуляции. 3. Расчет механических и электромеханических характеристик АД при скалярном частотном управлении. 4. Векторное управление. Основные принципы и обоснование необходимости применения. 5. Векторное управление АД с ориентацией по потокосцеплению ротора («Трансвектор»). 6. Сравнение структуры ДПТ и АД при векторном управлении по потокосцеплению ротора. 7. Функциональная схема системы векторного управления и алгоритмы, реализуемые микропроцессорной системой управления. 8. Синтез регуляторов токов в системе векторного управления. 9. Синтез регулятора потокосцепления в системе подчиненного регулирования. 10. Синтез регуляторов электромагнитного момента и скорости в системе подчиненного регулирования при векторном управлении.
ИПК- 1.3		-*знает* основные требования ГОСТ при составлении отчётов по НИР и подготовке отчёта по реализации

		курсового проекта, *умеет* составить пояснительную записку при проектировании и модернизации системы электропривода. 1. Управляемые преобразователи для управления скоростью и моментом АД. Классификация, состав, структурные схемы. 2. Методика расчета параметров схемы замещения и эквивалентных постоянных времени статора и ротора для АД серии 4А. 3. Определение параметров системы управления ПЧ-АД по каталожным данным. 4. Преобразователи частоты. Классификация. Формы и значения выходных напряжений ПЧ-АД при различных способах ШИМ - модуляции. 5. Скалярное управление АД. Закон М.П.Костенко. 6. Расчет механических и электромеханических характеристик АД при скалярном частотном управлении. 7. Линеаризованная структурная схема системы ПЧ-АД с датчиком скорости. Синтез регулятора скорости. 8. Векторное управление АД с ориентацией по потокосцеплению ротора («Трансвектор»). 9. Функциональная схема системы векторного управления и алгоритмы, реализуемые микропроцессорной системой управления.
ИПК- 2.1		*знает* отличие систем FOC и DTC при частотном управлении электроприводами, *умеет* рассчитать параметры системы управления при прямом управлении моментом АД (FOC). 1. Векторное управление. Основные принципы и обоснование необходимости применения. 2. Математическое описание АД в естественных координатах и эквивалентная двухфазная модель. 3. Фазные преобразования координат в системах векторного управления. 4. Математическая модель АД. Уравнения электромагнитного момента АД. 5. Векторная ШИМ при управлении асинхронными двигателями. Базовые векторы при управлении АД.

		6. Векторное управление АД с ориентацией по потокосцеплению ротора («Трансвектор»). 7.Функциональная схема системы векторного управления и алгоритмы, реализуемые мик ропроцессорной системой управления. 8. Синтез регуляторов токов в системе векторного управления. 9. Синтез регулятора потокосцепления в системе подчиненного регулирования. 10. Синтез регуляторов электромагнитного момента и скорости в системе подчиненного регулирования при векторном управлении. 11. Прямое векторное управление моментом (DTC). Особенности стратегии управления. 12.Математическая модель АД в системе DTC. 13. Организация вычисления потокосцепления, номера сектора годографа напряжения статора, электромагнитного момента и скорости в системе DTC. 14. Функциональная схема системы DTC – управления. Таблица оптимального переключения векторов.
ИПК- 2.2		-*знает* алгоритмы работы системы управления на основе модели обобщённой электрической машины в координатах X-Y для АД и D-Q для СД, *владеет* навыками координатных преобразований (преобразования Парка и Кларк). 1. Векторное управление. Основные принципы и обоснование необходимости применения. 2. Математическое описание АД в естественных координатах и эквивалентная двухфазная модель. 3. Фазные преобразования координат в системах векторного управления. 4. Математическая модель АД. Уравнения электромагнитного момента АД. 5. Векторная ШИМ при управлении асинхронными двигателями. Базовые векторы при управлении АД.
ИПК- 2.3		-*знает* о перспективности использования систем векторного частотного управления электроприводами переменного тока, *умеет* обосновать и выбрать преобразователь частоты для конкретного общепромышленного механизма.

		1. Системы управления асинхронных электроприводов. Классификация способов регулирования скорости АД. 2. Управляемые преобразователи для управления скоростью и моментом АД. Классификация, состав, структурные схемы. 3.Методика расчета параметров схемы замещения и эквивалентных постоянных времени статора и ротора для АД серии 4А. 4. Определение параметров системы управления ПЧ-АД по каталожным данным. 5.Преобразователи частоты. Классификация. Формы и значения выходных напряжений ПЧ-АД при различных способах ШИМ - модуляции. 6. Скалярное управление АД. Закон М.П.Костенко.

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 уровень	Обучающийся показал фрагментарный, 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.

Описание критериев и шкал оценки может быть уточнено и дополнено с учетом специфики дисциплины (модуля).

4.7. Задачи (задания) к экзамену

Задачи (задания) экзаменационного билета должны обеспечить проверку уровня сформированности необходимых компетенций, соотнесенных с индикаторами формирования компетенций: «знать», «уметь», «владеть».

Перечень задач (заданий) формируется отдельно для каждой компетенции

Индекс компетенции	№ задачи (задания)	Условие задачи (формулировка задания)
ИПК-1.1	1	1. Запишите базовые дифференциальные уравнения электромагнитных и механических переходных процессов в обобщенной электрической машине. 2. Представьте уравнения, характеризующие структуру электромагнитных связей обобщенной электрической машины. 3. Зачем необходимо преобразование Парка. Напишите уравнения для прямого и обратного преобразования. 4. Представьте уравнения для фазных преобразований Кларк. 5. Нарисуйте функциональную схему системы скалярного управления в бездатчиком варианте. 6. Представьте функциональную схему системы векторного управления с датчиком скорости. 7. Изобразите основные блоки и узлы системы векторного DTC – управления.
ИПК-1.2	2	1. Дайте определения закона М.П.Костенко. 2. Рассчитайте для заданного АД механические характеристики при скалярном частотном управлении по упрощенной методике. Оцените возможный диапазон регулирования. 3. Получите модель аналогового регулятора скорости в системе скалярного управления. 4. Укажите известные Вам подстановки для перехода от аналогового регулятора к его цифровой модели (метод левых и правых прямоугольников, метод трапеций). 5. Получите модель цифрового регулятора для аналогового регулятора скорости в системе скалярного частотного управления. 6. Проведите синтез цифрового регулятора токов, скорости и потокосцепления для заданного АД.
ИПК-1.3	3	1.Для заданного варианта (задание на курсовой проект) https://do3.pskgu.ru/course/view.php?id=6257 Провести расчет и проектирование системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока. 2. Провести модернизацию системы электропривода

		постоянного тока на систему частотного управления со скалярной или векторной системы управления. 3. Составьте пояснительную записку по этапам синтеза и модернизации с соблюдением ГОСТ 2.105-2019. 4. Выберите тип преобразователя частоты, дайте краткое описание возможностей спроектированной системы ПЧ-АД.
ИПК-2.1	4	1.Напишите характеристические полиномы замкнутой системы управления электроприводом при настройке контура регулирования: • На модульный оптимум в аналоговой системе управления; • На модульный оптимум в цифровой структуре управления; • На двойной модульный оптимум (симметричный) в аналоговой системе управления; • На двойной модульный оптимум (симметричный) в цифровой системе управления. 2. Какие регуляторы используются в системе FOC (Siemens), а какие в системе DTC (ABB) ?
ИПК-2.2	5	1. Чему равен базовый коэффициент при расчете значения электромагнитного момента асинхронного электродвигателя в его модели в Х-У координатах. 2. С какой скоростью вращаются оси системы координат U-V для получения модели АД?
ИПК-2.3	6	1. Нарисуйте механические характеристики системы ПЧ-АД в скалярной системе частотного управления. 2. Нарисуйте механические характеристики системы ПЧ-АД в системе векторного управления, выполненного по принципу подчиненного регулирования. 3. Для каких механизмов предпочтительно применить систему скалярного управления? 4. Какие механизмы требуют применения систем векторного управления.

Критерии и шкала оценки:

- критерии оценивания – правильное решение задач и ответов на дополнительные вопросы;
- показатель оценивания – процент правильно решенных задач;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:

высокий (отлично) – более 80% правильно решенных задач;
достаточный (хорошо) – от 60 до 80 % правильно решенных задач;
пороговый (удовлетворительно) – от 50 до 60% правильно решенных задач;
критический (неудовлетворительно) – менее 50% правильно решенных задач.

Оценка	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Отлично	Высокий уровень	Задача решена правильно, дано развернутое пояснение и обоснование сделанного заключения. Обучающийся демонстрирует

		методологические и теоретические знания, свободно владеет научной терминологией.
Хорошо	Достаточный уровень	Задача решена правильно, дано пояснение и обоснование сделанного заключения. Обучающийся демонстрирует методологические и теоретические знания, свободно владеет научной терминологией. Демонстрирует хорошие аналитические способности, однако допускает некоторые неточности в формулировках и при оперировании научной терминологией.
Удовлетворительно	Пороговый уровень	Задача решена правильно, пояснение и обоснование сделанного заключения было дано при активной помощи преподавателя. Обучающийся имеет ограниченные теоретические знания, допускает существенные ошибки при установлении логических взаимосвязей, допускает ошибки при использовании научной терминологии.
Неудовлетворительно	Критический уровень	Задача решена неправильно, обсуждение и помощь преподавателя не привели к правильному заключению. Обучающийся обнаруживает неспособность к построению самостоятельных заключений. Имеет слабые теоретические знания, не использует научную терминологию.

Описание критериев и шкал оценки может быть уточнено и дополнено с учетом специфики дисциплины (модуля).

4.8. Вопросы и задачи (задания) к зачету

Зачет по дисциплине не предусмотрен

4.9. Курсовая работа/Курсовой проект

Курсовой проект нацелен на модернизацию системы электропривода постоянного тока с заменой на систему электропривода с частотным управлением со скалярной и векторной системой управления. Вариант проекта согласовывается исходя из практической работы магистранта на промышленном предприятии, либо студенту предлагается типовой вариант для проектирования на основе общепромышленного механизма (скиповый подъёмник, реечный толкатель, насосная станция и т.п).

Задание на курсовой проект расположено по адресу https://do3.pskgu.ru/course/view.php?id=6257

Критерии и шкала оценки:

- критерии оценивания – правильное и полное раскрытие вопросов;
- показатель оценивания – глубина и качество отработанных вопросов, оформление курсовой работы (проекта);
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:

высокий – все вопросы раскрыты правильно и полно**,** оформление соответствует требованиям руководящих документов;
достаточный – вопросы раскрыты недостаточно полно, оформление соответствует требованиям руководящих документов;
пороговый – вопросы не раскрыты, оформление соответствует требованиям руководящих документов;
критический – вопросы не раскрыты, оформление не соответствует требованиям руководящих документов.

Разработчик

доцент образовательного департамента
ПИШ гибридных технологий
в станкостроении Союзного Государства ПсковГУ

_____	_____	А.И.Хитров
(занимаемая должность, место работы)	*(подпись)*	*(инициалы, фамилия)*

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

_____	Хитров	А.А.Хитров
(занимаемая должность, место работы)	*(подпись)*	*(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.*