Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 02.11.2026 17:38:41
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
Приводы автоматизированного технологического оборудования

Уровень образования: *магистратура*

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Разработчик ФОС:

Доцент кафедры, к.т.н, доцент		Андреев Л.Н.
(должность, степень, ученое звание)	(подпись)	(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 4 от «10» февраля 2025 г.
Заведующий кафедрой Петров А.М.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Приводы автоматизированного технологического оборудования» для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств на основе Рабочей программы дисциплины «Приводы автоматизированного технологического оборудования», Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения и планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные	
ОПК-2. Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений
Профессиональные	
ПК-5. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию
	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации разработанных проектов
	ПК-5.3. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование котельного цеха. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению
	ПК-5.4. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование пиковой котельной. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Формируемая компетенция**	**Наименование оценочного средства**	**Форма оценивания**
Раздел 1. Предмет и система курса. Темы 1, 2.	ОПК-2	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 2. Понятие и конструкция автоматизированного	ОПК-2	Лекция-презентация, разбор конкретных	Устно/ письменно

электропривода. Темы 3-8.		ситуаций, работа в малых группах	
Раздел 3. Школы электропривода Темы 9-12.	ОПК-2	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 4. Технологическое оборудования и электроприводы. Темы 13, 14.	ПК-5	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 5. Подходы автоматизирования электропривода. Ч.1. Темы 15-23.	ПК-5	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 6. Подходы автоматизирования электропривода. Ч.2. Темы 24-27.	ПК-5	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 7. Подходы автоматизирования электропривода. Ч.3. Тема 28.	ПК-5	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 8. Подходы автоматизирования электропривода. Ч.4. Темы 29, 30.	ОПК-2 ПК-5	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно

2. Перечень контрольно-оценочных средств (КОС)

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие контрольно-оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся:

Таблица 3. Перечень контрольно-оценочных средств

	Наименование оценочного средства	**Сроки выполнения**	**Шкала оценивания***	**Критерии оценивания****
1.	***Текущий контроль качества*** ***			
	Тестовые задания	3 семестр	Достигнут/ не достигнут пороговый уровень освоения компетенции	освоил/ не освоил
	Промежуточная аттестация			
	Экзаменационные билеты	3 семестр	Освоил/ не освоил компетенцию	Оценка**
	****Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:** ***По 4-х бальной шкале:*** ***освоил компетенцию –*** *выставляется отметка отлично («5»), хорошо («4»), удовлетворительно («3»),* ***не освоил компетенцию-*** *выставляется отметка неудовлетворительно («2»).*			

	***** Примерные виды оценочного средства текущей аттестации:** *А) в устной форме (устный опрос, проведение семинаров, решение ситуационных задач.);* *2) в письменной форме (письменный опрос, проверка выполнения письменных домашних заданий, написание рефератов, и т.д.);* *3) в виде теста (письменное тестирование)).*

*****Критерии промежуточной аттестации***

Критерии выставления оценки по 4-балльной шкале оценивания для экзамена или «зачтено с «оценкой»:

- оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всесторонние, глубокие знания учебного материала и умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой; изучивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой обучения; безупречно отвечавший не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы; проявивший творческие способности в использовании учебного материала;

- оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полные знания учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные программой задания, изучивший основную литературу, отвечавший на все вопросы билета;

- оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и работы по профессии, справившийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, допустивший погрешности в ответе и при выполнении заданий, но обладающий достаточными знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных рабочей программой заданий, которые не позволят ему продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Задания практических работ

Вопросы для устного или письменного опроса

В целях проверки знаний обучающихся, владение ими основными понятиями по соответствующей теме преподавателем в качестве оценочного материала могут быть использованы вопросы для устного ли письменного опроса.

Примерные вопросы для устного или письменного опроса:

1. Дайте определение автоматизированного электропривода. Назовите основные части системы «электропривод».
2. Перечислите основные типы электродвигателей, используемых в автоматизированном оборудовании.
3. Что такое механическая характеристика двигателя? Поясните на примере асинхронного двигателя.

4. В чём заключается принцип частотного регулирования скорости асинхронного двигателя?

5. Опишите роль и типы датчиков обратной связи (энкодер, тахогенератор) в системе привода.

Примеры тестовых заданий по всему курсу

1. Для привода лебёдки известны: масса груза 1000 кг, скорость подъёма 0.5 м/с, КПД механизма 0.85, диаметр барабана 0.4 м. Рассчитайте требуемую мощность двигателя.

2. Объясните физическую причину «просадки» скорости асинхронного двигателя при резком увеличении нагрузки в системе с простым U/f-управлением. Как эту проблему решает векторное управление?

3. Опишите структуру и принцип работы системы следящего привода для одной оси станка с ЧПУ. Включите в описание: контроллер (CNC), сервоусилитель, двигатель, датчик (энкодер), механическую передачу (ШВП).

4. К преимуществам синхронного двигателя с постоянными магнитами (PMSM) по сравнению с асинхронным двигателем (АД) для сервоприменений относятся:

a) Более низкая стоимость.

b) Более высокий КПД.

c) Отсутствие скольжения.

d) Лучшие массогабаритные показатели (более высокая удельная мощность).

e) Более простая система управления.

5. Механическая характеристика асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:

a) Является абсолютно жёсткой (скорость не зависит от момента).

b) Имеет участок устойчивой работы (от нуля до критического скольжения).

c) Позволяет развивать максимальный момент в точке пуска (при s=1).

d) Линейна во всём диапазоне нагрузок.

6. Для рекуперативного торможения асинхронного двигателя необходимо:

a) Отключить статорные обмотки от сети и замкнуть на резистор.

b) Обеспечить частоту питающего напряжения выше частоты вращения ротора.

c) Изменить порядок чередования фаз на статоре.

d) Использовать преобразователь с возможностью возврата энергии в сеть (например, с активным выпрямителем).

Примеры тестовых заданий по всему курсу

Спецификация комплекта оценочных материалов

Количество заданий в комплекте оценочных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
ОПК-2	Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности	30

ПК-5	Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов	30
		60

Распределение заданий по типу и уровням сложности

Код компетенции	Индикатор сформированности компетенции	Номер задания	Тип задания	Уровень сложности задания	Время выполнения (мин)
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	1	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	3	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	4	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных	5	Задание комбинированно	Низкий	2

	и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений		го типа с выбором одного верного ответа		
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений.	6	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	7	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	8	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	9	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и	10	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10

	качественного анализа для принятия управленческих решений				
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	11	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	12	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	13	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	14	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих	15	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

	решений				
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	16	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	17	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	18	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	19	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	20	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов	21	Задание комбинированного типа с выбором нескольких	Средний	5

	количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений		вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора		
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	22	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	23	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	24	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	25	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	26	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2

ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	27	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	28	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	29	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-2	ОПК-2.1. Осуществляет поиск методов сбора данных и обработки информации; методов количественного и качественного анализа для принятия управленческих решений	30	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-5	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию	31	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации	32	Задание закрытого типа на установление последовательно	Средний	5

	разработанных проектов		сти		
ПК-5	ПК-5.3. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование котельного цеха. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	33	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-5	ПК-5.4. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование пиковой котельной. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	34	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-5	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию	35	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации разработанных проектов	36	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-5	ПК-5.3. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование котельного цеха.	37	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2

	Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению				
ПК-5	ПК-5.4. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование пиковой котельной. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	38	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-5	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию	39	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-5	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации разработанных проектов	40	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-5	ПК-5.3. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование котельного цеха. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	41	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.4. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование пиковой котельной. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	42	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием	Средний	5

			выбора		
ПК-5	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию	43	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации разработанных проектов	44	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-5	ПК-5.3. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование котельного цеха. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	45	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-5	ПК-5.4. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование пиковой котельной. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	46	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию	47	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-5	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации разработанных проектов	48	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

ПК-5	ПК-5.3. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование котельного цеха. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	49	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-5	ПК-5.4. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование пиковой котельной. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	50	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию	51	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-5	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации разработанных проектов	52	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.3. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование котельного цеха. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и	53	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5

	заполнению				
ПК-5	ПК-5.4. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование пиковой котельной. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	54	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-5	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию	55	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-5	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации разработанных проектов	56	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.3. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование котельного цеха. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	57	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-5	ПК-5.4. Знает перечень нормативной документации, на основании которой эксплуатируется оборудование пиковой котельной. Знает техническую документацию, требования к ее ведению и заполнению	58	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-5	ПК-5.1. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и	59	Задание закрытого типа на установление последовательно	Средний	5

	нормативные документы, техническую документацию		сти		
ПК-5	ПК-5.2. Способен предлагать мероприятия по реализации разработанных проектов	60	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

Тестовые задания, позволяющие осуществлять оценку всех компетенций, установленных образовательной программой

1. Вопрос: Какой тип электропривода является наиболее предпочтительным для позиционирования рабочего органа станка с ЧПУ в контуре следящего привода, где требуются высокая точность, быстродействие и широкий диапазон регулирования скорости?

А) Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором и частотным преобразователем.
Б) Синхронный двигатель с постоянными магнитами (PMSM) и векторным управлением.
В) Двигатель постоянного тока независимого возбуждения с тиристорным преобразователем.
Г) Линейный асинхронный двигатель.

2. Вопрос: Установите логическую последовательность основных этапов предварительного выбора электродвигателя для привода конвейера по каталогу.

1. Определение требуемой мощности на валу с учетом КПД передаточного механизма и коэффициента запаса.
2. Выбор конкретной модели двигателя по каталогу, проверка условий пуска и перегрузочной способности.
3. Анализ технологического цикла: определение характера нагрузки (постоянная, переменная), скорости, момента, режимов работы (S1-S9).
4. Выбор типа двигателя (асинхронный, постоянного тока, серво) и способа управления на основе требований к регулированию.

3. Вопрос: Установите соответствие между типом механической передачи и основной областью её применения в автоматизированном оборудовании.

Тип передачи:
1. Шарико-винтовая передача (ШВП)
2. Цилиндрический зубчатый редуктор
3. Планетарный редуктор
4. Зубчато-реечная передача

Область применения:
А) Передача вращательного движения между параллельными валами с постоянным передаточным отношением, высокий КПД.
Б) Преобразование вращательного движения в поступательное с высокой точностью и КПД (позиционирование столов станков).
В) Передача движения на большое расстояние с высокой жесткостью (перемещение порталов, кареток больших станков).
Г) Компактная передача большого крутящего момента, часто в составе мотор-редуктора.

4. Вопрос: Для привода подачи станка с ЧПУ выбран шарико-винтовой механизм (ШВП). Исходные данные: требуемое усилие подачи F = 4000 Н, максимальная скорость подачи Vmax = 15 м/мин, шаг винта Ph = 10 мм. Необходимо рассчитать требуемый крутящий момент на винте и минимальную мощность двигателя, учитывая КПД ШВП $\eta = 0.9$. Приведите формулы и расчёты.

5. Вопрос: Какой элемент силовой части современного частотного преобразователя (ЧП) выполняет функцию коррекции коэффициента мощности и сглаживания пульсаций входного тока?

А) Входной неуправляемый выпрямитель.
Б) Активный выпрямитель (AFE – Active Front End) с ШИМ.
В) Тормозной прерыватель с резистором.
Г) Выходной LC-фильтр.

6. Вопрос: Какие из перечисленных характеристик являются ключевыми для высокодинамичного сервопривода, используемого в роботе-манипуляторе? Выберите ВСЕ верные варианты.

А) Высокий пусковой момент.
Б) Малое время разгона и торможения (высокое ускорение).
В) Широкий диапазон регулирования скорости (1:10000 и более).
Г) Возможность работы в продолжительном режиме S1 с постоянной нагрузкой.
Д) Высокая перегрузочная способность (в 3-4 раза от номинала) на короткое время.
Е) Низкая стоимость.

7. Вопрос: Какой тип датчика обратной связи используется в бездатчиковом (sensorless) векторном управлении асинхронным двигателем для оценки положения/скорости ротора на малых и нулевых скоростях?

А) Резольвер.
Б) Наблюдатель состояния (на основе модели двигателя), использующий измерения токов и напряжений статора.
В) Инкрементальный энкодер.
Г) Тахогенератор.

8. Вопрос: Установите последовательность основных преобразований при реализации векторного управления (Field-Oriented Control, FOC) асинхронным двигателем.

1. Преобразование измеренных фазных токов статора (ia, ib, ic) в двухфазную неподвижную систему координат (α, β) – преобразование Кларка.
2. Формирование управляющих сигналов ШИМ для инвертора на основе полученных напряжений.
3. Преобразование токов из системы (α, β) в систему координат, вращающуюся с частотой поля ротора (d, q) – преобразование Парка.
4. Вычисление требуемых напряжений в системе (d, q) с помощью регуляторов тока.
5. Обратное преобразование Парка напряжений из системы (d, q) в систему (α, β).

9. Вопрос: Установите соответствие между способом торможения электропривода и типом нагрузки/приложения, где он преимущественно используется.

Способ торможения:
1. Динамическое торможение (на постоянном токе)

2. Рекуперативное торможение
3. Противовключение
4. Торможение «постоянным током» в частотном преобразователе с тормозным резистором

Приложение:
А) Кратковременная остановка или снижение скорости приводов с большой инерцией (центрифуги, вентиляторы) с ЧП, не имеющим обратной связи в сеть.
Б) Быстрая остановка без реверса, например, для аварийной остановки конвейера.
В) Энергоэффективное торможение с отдачей энергии в сеть в приводах подъёмных механизмов, электромобилях.
Г) Аварийное или быстрое торможение с реверсом, например, в механизмах подъёма для точной остановки.

10. Вопрос: Опишите методику расчёта момента инерции, приведённого к валу двигателя, для системы, состоящей из двигателя, редуктора (передаточное число i, КПД η), барабана конвейера (масса m, радиус R) и транспортируемого груза (масса M). Приведите общую формулу и поясните физический смысл каждого слагаемого.

11. Вопрос: Что является главным преимуществом конструкции прямого привода (direct drive), в котором ротор двигателя напрямую соединен с рабочей нагрузкой, исключая механические передачи (редукторы, ШВП)?

А) Самая низкая стоимость системы в целом.
Б) Наименьшие массогабаритные показатели двигателя.
В) Высокая жесткость, отсутствие люфта, высокая точность позиционирования и быстродействие.
Г) Простота настройки контуров управления.

12. Вопрос: Какие из перечисленных физических факторов ограничивают максимальную рабочую скорость вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором? Выберите ВСЕ верные варианты.

А) Механическая прочность конструкции ротора (центробежные силы, разрывная скорость).
Б) Частота питающей сети (синхронная скорость).
В) Увеличение потерь в стали ротора (гистерезис и вихревые токи) с ростом частоты.
Г) Сопротивление обмотки статора.
Д) Напряжение питания.

13. Вопрос: Какой параметр серводвигателя напрямую определяет его максимальное теоретическое угловое ускорение и, следовательно, динамические возможности привода?

А) Номинальная мощность, кВт.
Б) Отношение максимального момента к моменту инерции ротора (M_max / J).
В) Сопротивление обмотки, Ом.
Г) Номинальная скорость, об/мин.

14. Вопрос: Установите рекомендуемую последовательность настройки внутреннего контура тока (момента) в сервоприводе.

1. Настроить интегральную составляющую (I) для ликвидации остаточной статической ошибки, следя за устойчивостью.

2. Обнулить интегральную составляющую, выставить минимальные коэффициенты пропорционального (P) и интегрального (I) регуляторов.
3. Проверить быстродействие и качество переходного процесса (перерегулирование, время отработки) на ступенчатом задании тока.
4. Увеличивать пропорциональный коэффициент (P) до появления небольшого перерегулирования или колебаний на границе устойчивости, затем немного уменьшить.

15.Вопрос: Установите соответствие между типом электродвигателя и характерной областью его применения в автоматизированном оборудовании.

Тип двигателя:
1. Синхронный двигатель с постоянными магнитами (PMSM)
2. Асинхронный двигатель (АД) с частотным преобразователем
3. Шаговый двигатель
4. Линейный двигатель

Область применения:
А) Приводы насосов, вентиляторов, конвейеров общего назначения, где важна надежность и стоимость.
Б) Высокодинамичные сервоприводы точного позиционирования в промышленных роботах и станках с ЧПУ.
В) Медленные позиционирующие приводы с открытым контуром управления (3D-принтеры, сканеры).
Г) Высокоскоростное и прецизионное прямолинейное перемещение без кинематических преобразований (оси станков, позиционеры).

16. Вопрос: Для чего на выходе частотного преобразователя, питающего двигатель по длинному кабелю (более 50-100 м), рекомендуется устанавливать выходной dv/dt-фильтр или синус-фильтр?

А) Для увеличения выходного напряжения.
Б) Для снижения скорости нарастания напряжения (du/dt) на выводах двигателя и предотвращения пробоя изоляции обмоток.
В) Для повышения КПД двигателя.
Г) Для компенсации реактивной мощности.

17. Вопрос: Установите логическую последовательность диагностики причин перегрева асинхронного двигателя, работающего от частотного преобразователя.

1. Проверить фактическую нагрузку двигателя по показаниям выходного тока ЧП и сравнить с номинальным.
2. Проверить симметрию питающих фазных напряжений и сопротивление изоляции обмоток (межвитковое замыкание).
3. Проверить эффективность системы охлаждения: работу встроенного вентилятора, чистоту радиаторов, температуру окружающей среды.
4. Проверить настройки ЧП: правильно ли задана номинальная частота двигателя, не занижено ли напряжение на низких частотах (кривая V/f).

18. Вопрос: Установите соответствие между международным стандартом и сферой его регулирования в области приводов и двигателей.

Стандарт:
1. IEC 60034 (серия)

2. IEC 61800 (часть 5-2)
3. ISO 13849-1
4. IEC 60529

Сфера регулирования:

А) Безопасность оборудования. Требования к системам управления, связанным с безопасностью, включая приводы.

Б) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).

В) Испытания, параметры, методы охлаждения и маркировка вращающихся электрических машин.

Г) Функциональная безопасность силовых приводных систем (например, функции STO, SS1).

19. Вопрос: Обоснуйте выбор типа двигателя и способа управления для главного привода шпинделя высокоскоростного обрабатывающего центра. Перечислите ключевые требования к такому приводу и объясните, как выбранная система обеспечивает их выполнение.

20. Вопрос: Что характеризует параметр «момент удержания» (Holding Torque) для шагового двигателя?

А) Максимальный статический момент, который развивает двигатель при фиксированном положении вала (подведен постоянный ток в обмотках) без его проворачивания.

Б) Максимальный динамический момент на заданной скорости.

В) Момент, необходимый для срыва двигателя с места при пуске.

Г) Момент инерции ротора.

21. Вопрос: Какие из перечисленных технических мер необходимы для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) частотно-регулируемого электропривода и снижения уровня создаваемых им помех? Выберите ВСЕ верные варианты.

А) Установка сетевого дросселя или фильтра ЭМС на входе преобразователя.

Б) Использование экранированного симметричного моторного кабеля.

В) Корректное и низкоомное заземление силового шкафа и экранов кабелей в одной точке (звезда).

Г) Установка ферритовых колец на сигнальные и управляющие кабели.

Д) Увеличение длины моторного кабеля.

22. Вопрос: Сравнивая гидростатический привод (с дроссельным регулированием) и объемный гидропривод (с регулируемым насосом), можно утверждать, что гидростатический привод обычно обеспечивает:

А) Более высокий общий КПД.

Б) Более высокую точность позиционирования и жесткость механической характеристики, но меньший КПД из-за потерь в дросселе.

В) Более высокое быстродействие.

Г) Меньшую стоимость при равной мощности.

23. Вопрос: Установите стандартную последовательность операций при пуске асинхронного двигателя с помощью современного частотного преобразователя (ЧП) с векторным управлением.

Элементы для последовательности:

1. Плавный разгон двигателя до рабочей частоты по заданному закону (линейный, S-образный).

2. Подача команды «Пуск» от внешнего контроллера или с панели управления.
3. Выход на заданную рабочую частоту и поддержание ее с требуемой точностью.
4. Предварительное задание частоты вращения (через аналоговый сигнал, полebus или панель).
5. Инициализация и готовность ЧП после подачи питающего напряжения.

24. Вопрос: Установите соответствие между типичной неисправностью в приводе постоянного тока и её наиболее вероятной причиной.

Неисправность:
1. Сильное искрение на коллекторе, появление кругового огня.
2. Перегрев обмотки якоря.
3. Неустойчивая работа привода, рывки, колебания скорости.

Вероятная причина:
А) Неисправность или загрязнение датчика скорости (тахогенератора), плохой контакт в силовой цепи якоря.
Б) Перегрузка двигателя по току, ухудшение условий охлаждения, межвитковое замыкание в обмотке.
В) Износ щёток, загрязнение или биение коллектора, неправильная установка щёток, недопустимая вибрация.

25. Вопрос: Разработайте и опишите структурную схему системы следящего электропривода подачи станка с ЧПУ. Включите в описание основные функциональные блоки: задающий устройство (контроллер), сервоусилитель, двигатель, датчик обратной связи (энкодер), механическую передачу (ШВП). Кратко поясните функцию и взаимодействие каждого блока.

26. Вопрос: Для чего в современных сервоусилителях предусмотрена функция «подавление механических колебаний» (vibration suppression или notch filter)?

А) Для снижения уровня акустического шума двигателя.
Б) Для компенсации резонансных частот, возникающих в механической части системы «двигатель-редуктор-нагрузка», путём введения в контур управления фильтров, подавляющих колебания на этих частотах.
В) Для уменьшения пульсаций момента двигателя.
Г) Для сглаживания задающего сигнала от контроллера.

27. Вопрос: Какие из перечисленных характеристик и возможностей делают гидравлический привод предпочтительным выбором для тяжелых задач автоматизации (прессы, испытательные стенды, карьерная техника)? Выберите ВСЕ верные варианты.

А) Возможность получения чрезвычайно больших усилий и моментов при относительно малых габаритах силового органа (гидроцилиндра, гидромотора).
Б) Высокая удельная мощность (мощность на единицу массы) и быстродействие.
В) Простота реализации прямолинейного движения без дополнительных кинематических преобразований.
Г) Жёсткая механическая характеристика (малое изменение скорости при росте нагрузки).
Д) Более высокий энергетический КПД по сравнению с электроприводом аналогичной мощности.

28. Вопрос: Что такое «резонансная частота» шагового двигателя и как с этим явлением борются на практике?

А) Это частота шагов, на которой происходит резкое падение момента двигателя и возможна потеря шагов; методы борьбы: использование микрошагового режима, внешнее демпфирование, электронное подавление резонанса.
Б) Это собственная частота колебаний ротора на подшипниках; с ней борются балансировкой.
В) Это частота коммутации обмоток; она фиксирована и не влияет на работу.
Г) Это частота, на которой двигатель развивает максимальный момент; её стремятся использовать для работы.

29. Вопрос: Установите последовательность основных этапов предварительного расчета мощности электродвигателя для циклического (повторно-кратковременного) режима работы S3-S5.

1. Выбор двигателя с номинальной мощностью, равной или превышающей P_экв, и проверка его на возможность обеспечения максимального момента в цикле.
2. Построение диаграмм нагрузки: тахограммы (ω(t)) и моментной диаграммы (M(t)) за один типовой рабочий цикл.
3. Расчет эквивалентной (среднеквадратичной) мощности за цикл: P_экв = M_экв * ω_ср.
4. Расчет среднеквадратичного (эквивалентного) момента M_экв за цикл по формуле, учитывающей время работы с разными моментами.

30. Вопрос: Установите соответствие между типом подшипника качения и его типичным применением в электродвигателях.

Тип подшипника:
1. Радиальный шарикоподшипник
2. Конический роликоподшипник
3. Подшипник скольжения (втулка)

Применение:
А) Опоры, воспринимающие значительные радиальные и осевые нагрузки, в двигателях вертикального исполнения или с консольной нагрузкой.
Б) Основные опоры валов в большинстве двигателей малой и средней мощности при умеренных осевых нагрузках.
В) Опоры роторов очень крупных или высокоскоростных двигателей, где требуется высокая надёжность и плавность хода.

31. Вопрос: Что понимается под «критической скоростью» вала электродвигателя или роторного механизма?

А) Максимально допустимая скорость по условиям прочности подшипников.
Б) Скорость вращения, при которой частота вынужденных колебаний (частота вращения) совпадает с одной из собственных частот изгибных колебаний вала, что приводит к резкому росту амплитуды вибраций (резонансу).
В) Скорость, соответствующая номинальной частоте питающей сети.
Г) Скорость, при которой двигатель переходит в режим рекуперации.

32. Вопрос: Установите логическую последовательность действий при подборе мотор-редуктора по каталогу для конкретного применения.

1. Выбор типа редуктора (цилиндрический, червячный, планетарный) на основе требований к передаточному числу, КПД, обратному ходу.

2. Проверка соответствия посадочных размеров, типа фланца и выходного вала моторредуктора условиям монтажа.
3. Определение требуемого крутящего момента и частоты вращения на выходном валу с учетом режима работы и коэффициента безопасности.
4. Подбор по каталогу модели, у которой номинальный выходной момент и допустимая радиальная/осевая нагрузка на вал удовлетворяют расчетным значениям.

33. Вопрос: Установите соответствие между кодом способа охлаждения по МЭК 60034-6 (IC Code) и его описанием для электродвигателей.

Код IC:
1. IC 411
2. IC 416
3. IC 418

Описание:
А) Двигатель с самовентиляцией: охлаждающий воздух нагнетается вентилятором, закрепленным на валу двигателя (TEFC).
Б) Двигатель с принудительным независимым охлаждением: вентилятор с отдельным приводом (Force Ventilated).
В) Двигатель полностью закрытый без внешнего обдува, охлаждаемый только за счет естественной конвекции и излучения с поверхности.

34. Вопрос: Опишите принцип работы пневмопривода с пропорциональным пневматическим распределителем (пропорциональным клапаном расхода/давления). Приведите пример его применения в автоматизации. В чем заключаются основные преимущества и недостатки такого привода по сравнению с электрическим сервоприводом?

35. Вопрос: Для приводов какого типа технологического оборудования в частотном преобразователе целенаправленно используется закон управления «квадратичная зависимость V/f»?

А) Для конвейеров с постоянным моментом.
Б) Для подъемных механизмов с потенциальной нагрузкой.
В) Для центробежных насосов и вентиляторов, где момент нагрузки пропорционален квадрату скорости.
Г) Для станков с ЧПУ.

36. Вопрос: Какие из перечисленных компонентов являются минимально необходимыми для построения замкнутой системы сервопривода с точным позиционированием? Выберите ВСЕ верные варианты.
Варианты ответа:
А) Серводвигатель со встроенным датчиком положения (энкодером/резольвером).
Б) Сервоусилитель (драйвер) с контурами управления током, скоростью и положением.
В) Контроллер верхнего уровня (ПЛК, CNC), формирующий задание на положение.
Г) Механическая передача (редуктор, ШВП, рейка) для связи двигателя с нагрузкой.
Д) Тахогенератор на валу двигателя.
Е) Устройство плавного пуска.

37. Вопрос: Устройство плавного пуска (УПП) для асинхронных двигателей реализует свою основную функцию за счет:

А) Фазового регулирования напряжения, подаваемого на статор, с помощью симисторов (тиристоров) в каждой фазе.

Б) Плавного увеличения частоты питающего напряжения.
В) Введения дополнительного резистора в цепь ротора.
Г) Использования преобразователя частоты в упрощенном режиме.

38. Вопрос: Установите последовательность шагов при выполнении процедуры автонастройки (autotuning) сервопривода для конкретной механики.

1. Запуск тестового перемещения для оценки качества отклика системы (перерегулирование, время отработки).
2. Ввод известных механических параметров (момент инерции нагрузки, передаточное число) ИЛИ запуск режима возбуждения, при котором привод сам оценивает эти параметры.
3. Ручная тонкая корректировка коэффициентов ПИД-регуляторов скорости и позиции при необходимости.
4. Автоматический расчет и установка коэффициентов пропорциональных и интегральных регуляторов для контуров тока, скорости и положения на основе полученных данных.

39. Вопрос: Установите соответствие между типом энкодера и его ключевой характеристикой.

Тип энкодера:
1. Инкрементальный (инкрементальный)
2. Абсолютный однооборотный
3. Абсолютный многооборотный

Характеристика:
А) Определяет абсолютное положение вала в пределах одного оборота. При включении питания сразу выдает текущий угол, не требуя процедуры поиска «дома» после кратковременного отключения.
Б) Определяет абсолютное положение вала с учетом числа полных оборотов. Сохраняет информацию при отключении питания за счет внутренней батареи или многооборотного датчика.
В) Выдает импульсы, количество которых пропорционально углу поворота. Для определения абсолютного положения требуется процедура поиска нулевой метки (референсный маркер, «HOME») после каждого включения.

40. Вопрос: Проанализируйте и сравните два варианта исполнения поворотной оси промышленного робота: 1) с использованием серводвигателя и высококачественного редуктора (например, гармонического); 2) с использованием прямого привода (direct drive). Перечислите преимущества и недостатки каждого варианта. Какие факторы (технические, экономические) будут решающими при выборе?

41. Вопрос: В частотном преобразователе, не имеющем возможности рекуперации энергии в сеть, для безопасного торможения двигателя с отдачей энергии в звено постоянного тока используется схема с:
А) Сетевым дросселем.
Б) Тормозным прерывателем (brake chopper) и тормозным резистором, подключенным к шине DC.
В) Выходным LC-фильтром.
Г) Повышающим преобразователем (boost converter).

42. Вопрос: Какие из следующих утверждений являются верными характеристиками двигателей постоянного тока (ДПТ) с независимым возбуждением? Выберите ВСЕ верные варианты.

А) Обладают жёсткой естественной механической характеристикой и широким диапазоном плавного регулирования скорости изменением напряжения якоря.
Б) Требуют периодического обслуживания коллекторно-щёточного узла (замена щёток, проточка коллектора).
В) Способны развивать значительный пусковой момент (до 2-2.5 от номинального).
Г) Чувствительны к условиям окружающей среды (пыль, металлическая стружка, агрессивные пары), которые могут вызвать ускоренный износ коллектора и нарушить изоляцию.
Д) Имеют более высокий КПД и лучшие массогабаритные показатели, чем современные синхронные двигатели с постоянными магнитами.

43. Вопрос: В пропорциональных гидравлических распределителях с электрическим управлением модуляция тока в катушках соленоида используется для:

А) Компенсации падения давления в линии.
Б) Защиты от перегрева катушки.
В) Точного и пропорционального управления расходом гидравлической жидкости через золотник, а значит, и скоростью гидроцилиндра или гидромотора.
Г) Измерения расхода жидкости.

44. Вопрос: Установите последовательность действий при диагностике неисправности, связанной с потерей сигнала энкодера в сервоприводе.

1. Проверить наличие и уровень питающего напряжения (+5В, +24В) на разъеме энкодера.
2. Проверить целостность сигнальных линий (A, /A, B, /B, Z) и качество сигналов осциллографом или с помощью диагностики привода.
3. Проверить надежность соединения разъемов кабеля энкодера на обоих концах (двигатель, усилитель), отсутствие перегибов и повреждений кабеля.
4. Проверить сопротивление обмоток и изоляции самого датчика энкодера (при отключенном кабеле).

45. Вопрос: Установите соответствие между типом механического тормоза, используемого в электроприводах, и его типичным назначением.

Тип тормоза:
1. Пружинный нормально-замкнутый тормоз (встроенный в двигатель)
2. Электромагнитный нормально-разомкнутый тормоз
3. Дисковый тормоз с гидравлическим или пневматическим приводом

Назначение:
А) Аварийное или рабочее торможение механизмов с высокой кинетической энергией (краны, лебедки, шахтные подъемники).
Б) Удержание нагрузки в статическом положении при отключении питания электродвигателя (вертикальные оси, грузоподъемные механизмы).
В) Активное торможение механизма только в момент подачи управляющего сигнала на электромагнит.

46. Вопрос: Что характеризует «электрическая постоянная времени» (Тэл) серводвигателя и на какие динамические свойства привода она влияет?

А) Параметр, определяемый отношением индуктивности обмотки к её сопротивлению (Тэл = L/R). Он влияет на максимальную скорость нарастания тока, а значит, на быстродействие контура управления моментом (током).
Б) Время нагрева обмотки до установившейся температуры.
В) Постоянная времени механической части привода.
Г) Время, за которое двигатель разгоняется до номинальной скорости.
Правильный ответ: А) Параметр, определяемый отношением индуктивности обмотки к её сопротивлению (Тэл = L/R). Он влияет на максимальную скорость нарастания тока, а значит, на быстродействие контура управления моментом (током).

47. Вопрос: Установите правильную последовательность операций при замене щёток в двигателе постоянного тока.

1. Притереть новые щётки к форме коллектора, проверить свободный ход в щёткодержателе.
2. Снять защитный кожух или кольцо, обеспечивающее доступ к щёткодержателям.
3. Обесточить привод, механически зафиксировать вал от вращения.
4. Проверить натяжение пружин щёткодержателей, запустить двигатель на малых оборотах без нагрузки для приработки, контролировать отсутствие сильного искрения.
5. Извлечь изношенные щётки, очистить щёткодержатели и коллектор от угольной пыли.

48. Вопрос: Установите соответствие между промышленным интерфейсом связи и его ключевой особенностью, используемой в современных сервоприводах.
Интерфейс:
1. EtherCAT
2. PROFINET IRT (Isochronous Real-Time)
3. CANopen

Особенность:
А) Шинная сеть на основе CAN, популярная в мобильной технике, распределённых системах с умеренными требованиями к скорости.
Б) Промышленный Ethernet с детерминированным временем доступа за счёт технологии «обращающегося процесса» (processing on the fly) и топологии шины или линии.
В) Промышленный Ethernet с изохронным режимом для синхронизации с жёсткими требованиями ко времени цикла (например, в многокоординатных системах).

49. Вопрос: Опишите принцип работы системы частотно-регулируемого привода (ЧРП) насоса, работающего в режиме поддержания постоянного давления в трубопроводе (например, в системе водоснабжения). Какие датчики используются для обратной связи? Какой закон управления (П, ПИ, ПИД) и в каком контуре (скорости/давления) применяется? Приведите упрощенную структурную схему.

50. Вопрос: Применение мотор-редуктора с червячной передачей особенно целесообразно в случаях, когда требуется:

А) Максимально высокий КПД.
Б) Компактная конструкция с большим передаточным числом в одной ступени и свойством самоторможения.
В) Высокая точность позиционирования и минимальный люфт.
Г) Высокие входные скорости вращения.

51. Вопрос: Какие технические и программные меры применяются в современных высокоточных электроприводах для повышения точности позиционирования? Выберите ВСЕ верные варианты.
А) Использование энкодеров с высоким разрешением или синусно-косинусных энкодеров с последующей электронной интерполяцией сигнала.
Б) Компенсация люфта (backlash compensation) и упругих деформаций в механической передаче за счет предварительного натяга и алгоритмической компенсации.
В) Применение высокочастотной ШИМ (например, 16 кГц) и быстродействующих контуров управления током и скоростью.
Г) Использование алгоритмов компенсации трения (friction compensation) в контуре управления.
Д) Увеличение массы подвижных частей для повышения инерционности.

52. Вопрос: Для управления бесщеточным двигателем постоянного тока (BLDC) с трапецеидальной формой обратной ЭДС и датчиками Холла обычно применяется:

А) Шеститактная (блочная) коммутация обмоток на основе сигналов датчиков Холла с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) для регулирования среднего напряжения.
Б) Синусоидальная коммутация с векторным управлением (FOC).
В) Прямое скалярное управление напряжением и частотой.
Г) Управление по сигналам только одного датчика Холла.

53. Вопрос: Установите последовательность операций при выполнении процедуры поиска «домашней» позиции (homing) для оси, оснащённой абсолютным энкодером, но требующей начальной инициализации после первого включения или сбоя.

1. Запись в память контроллера значения счетчика положения, соответствующего этой механической позиции, как «нулевой» или «домашней».
2. Медленное движение оси в направлении к механическому концевику «домашней» позиции.
3. Переход в режим абсолютного позиционирования, где все дальнейшие перемещения задаются относительно установленной «домашней» точки.
4. После срабатывания концевика — очень медленное движение до срабатывания первого импульса нулевой метки (Z-канала) энкодера.

54. Вопрос: Установите соответствие между типом механической нагрузки и характерным примером технологического оборудования.

Тип нагрузки:
1. Постоянный момент ($M = const$)
2. Вентиляторная нагрузка ($M \sim n^2$)
3. Постоянная мощность ($P \approx const$)

Пример оборудования:
А) Режущий инструмент на станке при постоянной скорости резания и подаче (шпиндель), намоточные машины.
Б) Конвейеры для тяжёлых грузов, лебедки, подъемники, прессы.
В) Центробежные насосы, вентиляторы, дымососы.

55. Вопрос: Объясните физическую причину явления «просадки» скорости асинхронного двигателя при скачкообразном увеличении нагрузки в системе с разомкнутым скалярным управлением ($U/f = const$). Предложите метод борьбы с этим явлением в рамках частотного преобразователя.

56. Вопрос: Сервоусилитель, работающий в режиме источника тока (current source mode), характеризуется тем, что:

А) Стабилизирует выходное напряжение на зажимах двигателя.
Б) Формирует ток статора, строго пропорциональный входному задающему сигналу, что обеспечивает прямое управление моментом двигателя.
В) Поддерживает постоянную скорость вращения двигателя.
Г) Работает только с шаговыми двигателями.

57. Вопрос: Какие из перечисленных функций относятся к стандартизированным функциям безопасности (Safety Functions) в современных электроприводах согласно стандарту IEC 61800-5-2? Выберите ВСЕ верные варианты.

А) Безопасный останов по крутящему моменту (Safe Torque Off, STO).
Б) Безопасный останов 1 (Safe Stop 1, SS1) — останов с контролем скорости и последующим включением STO.
В) Безопасное ограничение скорости (Safely Limited Speed, SLS).
Г) Безопасное направление движения (Safe Direction, SDI).
Д) Повышенная перегрузочная способность (Overload Capacity).

58. Вопрос: Синхронный реактивный двигатель (Synchronous Reluctance Motor, SynRM) характеризуется следующими особенностями конструкции и управления:

А) Имеет мощные постоянные магниты на роторе.
Б) Не имеет магнитов на роторе; момент создается за счет разности магнитных проводимостей по продольной и поперечной осям (эффект магнитного сопротивления). Требует сложного векторного управления.
В) Управляется простым U/f-методом без обратной связи.
Г) Имеет самый высокий КПД среди всех типов двигателей во всем диапазоне нагрузок.

59. Вопрос: Установите последовательность ключевых шагов при выборе сечения и типа кабеля для подключения электродвигателя к частотному преобразователю.

1. Проверка соответствия выбранного кабеля требованиям по электромагнитной совместимости (наличие экрана, тип экрана).
2. Выбор типа кабеля (медный, с экраном) и его сечения по таблицам длительно допустимого тока с учетом способа прокладки (в воздухе, в трубе, пучком).
3. Определение номинального тока двигателя и максимального тока, который может выдавать преобразователь.
4. Проверка падения напряжения на расчетной длине кабеля, чтобы оно не превышало допустимых значений (обычно 2-3%).

60.Вопрос: Установите соответствие между наблюдаемым симптомом неисправности в системе сервопривода и наиболее вероятной её причиной.

Симптом:
1. Двигатель сильно вибрирует, издает «рычащий» звук на низких скоростях, но на высоких оборотах работает более-менее нормально.
2. Сервоусилитель выдает ошибку перегрузки по току (overcurrent) при попытке запуска, при этом вал двигателя заблокирован механически.
3. Система постоянно «не доводит» или «переводит» исполнительный орган на постоянную величину, независимо от нагрузки и направления движения.

4. Двигатель теряет позицию (проскальзывает) при резком приложении нагрузки или реверсе.

Вероятная причина:

А) Неправильная коммутация фаз двигателя (перепутаны две фазы) или обрыв в одной из фаз силовой цепи.

Б) Механическое заедание, заклинивание подшипника или передачи.

В) Наличие значительного мертвого хода (люфта) в механической передаче (редукторе, муфте, ШВП).

Г) Настройки контура управления (усиления) не соответствуют механике, возбуждение колебаний.

Ключи к оцениванию тестовых заданий

№ Задания	Верный ответ	Критерии
1	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
2	3 → 1 → 4 → 5 → 2	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
3	1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
4	M ≈ 7.07 Н·м; P_min ≈ 1.11 кВт (с запасом 1.5-2.2 кВт)	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
5	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
6	Б, В, Д Для робототехники критичны динамические характеристики: быстрое изменение скорости и позиции (Б), широкий диапазон для точных движений (В), и способность создавать большой момент для ускорения/торможения звеньев (Д). Пусковой момент (А) важен, но не является главным отличием сервопривода. Режим S1 (Г) менее критичен, чем повторно-кратковременный. Стоимость (Е) важна, но не является технической характеристикой привода.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
7	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
8	1 → 3 → 4 → 5 → 2	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
9	1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий;

		0 б - остальные случаи
10	$J_{пр} = J_{дв} + J_{ред}/i^2 + (mR^2/2 + MR^2)/(i^2 * \eta)$ Слагаемые: инерция ротора, редуктора (приведенная), барабана и груза (приведенные)	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
11	В	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
12	А, Б, В Основные ограничения носят механический и электромагнитный характер. Синхронная скорость определяется частотой сети (Б). При ее превышении с помощью ЧП возникают механические ограничения (А) и резкий рост потерь на перемагничивание и нагрев стали (В), что является ключевым электромагнитным ограничением для высокоскоростных режимов.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
13	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
14	2 → 4 → 1 → 3	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
15	1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
16	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
17	1 → 3 → 4 → 2	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
18	1-В, 2-Г, 3-А, 4-Б	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
19	Выбор: PMSM с жидкостным охлаждением и FOC. Обеспечивает: высокий момент/мощность в широком диапазоне, точность, динамику, позиционирование (C-axis), отвод тепла.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
20	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
21	А, Б, В, Г Все эти меры направлены на подавление кондуктивных и излучаемых высокочастотных помех, генерируемых ШИМ-	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	инвертором. Сетевой дроссель (А) снижает гармоники тока, экран кабеля (Б) и заземление (В) минимизируют излучение, ферриты (Г) подавляют синфазные помехи. Увеличение длины кабеля (Д), наоборот, усугубляет проблемы ЭМС.	
22	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
23	5 → 4 → 2 → 1 → 3	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
24	1-В, 2-Б, 3-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
25	CNC → Сервоусилитель → Двигатель (PMSM) → ШВП → Стол. ОС: Энкодер → Сервоусилитель. Пояснение: CNC задает положение. Сервоусилитель сравнивает задание с сигналом энкодера, регуляторы формируют ШИМ для управления током (моментом) двигателя. Двигатель создает момент. ШВП преобразует вращение в поступательное движение. Энкoder измеряет фактическое положение/скорость	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
26	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
27	А, Б, В, Г • Основное преимущество гидропривода. • Высокая удельная мощность — ключевая характеристика. • Цилиндр реализует прямолинейное движение напрямую. • Малая сжимаемость масла обеспечивает жесткость. Д — неверно. КПД гидропривода обычно ниже, чем у современного электропривода, из-за потерь в гидролиниях, дросселировании и насосах.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
28	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
29	2 → 4 → 3 → 1	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
30	1-Б, 2-А, 3-В	1 балл за правильное ука-

		зание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
31	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
32	3 → 1 → 4 → 2	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
33	1-А, 2-Б, 3-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
34	Принцип: Пропорциональное управление расходом/давлением воздуха по электрическому сигналу. Пример: Заслонка, зажатие. Плюсы: Простота, безопасность, мощность. Минусы: Низкая точность, КПД, нужен воздух.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
35	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
36	А, Б, В, Г • Без датчика положения замкнутый контур невозможен. • Исполнительное и управляющее устройство. • Источник задания. Без него система не работает. • Двигатель должен быть связан с нагрузкой. Без механики нет позиционирования объекта. Д- неверно. Тахогенератор — аналоговый датчик скорости. В современном сервоприводе его функцию выполняет энкодер (п. А). Не является минимально необходимым. Е- неверно. УПП в сервосистемах не используется.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
37	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
38	2 → 4 → 1 → 3	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
39	1-В, 2-А, 3-Б	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
40	Робот (редуктор): Плюсы: мо-	1 б - совпадение с верным

	мент, передаточное число, цена. Минусы: люфт, инерция, шум. Прямой привод: Плюсы: жесткость, точность, КПД, динамика. Минусы: цена, габариты, токи. Выбор: по точности, динамике, бюджету.	ответом; 0 б - остальные случаи
41	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
42	А, Б, В, Г • Классическое достоинство ДПТ. • Основной недостаток — необходимость обслуживания. • Пусковой момент ДПТ высок. • Коллекторно-щёточный узел уязвим. Д — неверно. Современные PMSM (бесколлекторные) превосходят ДПТ по КПД и удельной мощности.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
43	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
44	3 → 1 → 2 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
45	1-Б, 2-В, 3-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
46	А	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
47	3 → 2 → 5 → 1 → 4	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
48	1-Б, 2-В, 3-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
49	Рзад → Σ(с Рфакт) → ПИДдавл → ЧП → Насос → Труба. ОС: датчик давления. Используется ПИД-регулятор в контуре давления.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
50	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
51	А, Б, В, Г • Повышает дискретность	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	измерения. • Устраняет механические погрешности. • Повышает быстродействие и точность управления. • Компенсирует нелинейность трения. Д — Неверно. Увеличение массы ухудшает динамику (увеличивает постоянную времени) и требует более мощного привода, но не повышает точность. Точность — это минимальная ошибка позиционирования, а не устойчивость к возмущениям.	
52	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
53	2 → 4 → 1 → 3	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
54	1-Б, 2-В, 3-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
55	Причина: Рост тока → падение напряжения на R_статора → ослабление потока → рост скольжения для момента → просадка скорости. Метод: Компенсация падения I*R в ЧП.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
56	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
57	А, Б, В, Г Д – неверно, перегрузочная способность — эксплуатационная характеристика, а не функция безопасности.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
58	Б	1 б – совпадение с верным ответом;

		0 б - остальные случаи
59	3 → 2 → 4 → 1	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
60	1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Дайте определение электропривода как системы. Изобразите и поясните его обобщённую структурную схему с элементами управления и обратной связи.
2. Проанализируйте основные тенденции развития современных приводов: цифровизация, интеграция функций безопасности, повышение энергоэффективности.
3. Классифицируйте электроприводы по виду движения, способу управления, наличию редуктора и степени автоматизации.
4. Объясните физический принцип преобразования электрической энергии в механическую во вращающейся электрической машине. Роль магнитного поля и силы Ампера.
5. Детально опишите устройство, принцип действия и уравнение напряжения трёхфазного асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором.
6. Детально опишите устройство, принцип действия и уравнение напряжения синхронного двигателя с постоянными магнитами (PMSM).
7. Сравните двигатели постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения и бесколлекторные двигатели постоянного тока (BLDC) по конструкции, принципу действия, преимуществам и недостаткам.
8. Дайте определение и приведите формулу расчёта скольжения асинхронного двигателя. Объясните его физический смысл.
9. Выведите аналитически выражение для механической характеристики АД (формула Клосса) и объясните её форму.
10. Начертите и поясните естественные механические характеристики ДПТ независимого возбуждения при различных способах регулирования (изменение напряжения якоря, изменение потока возбуждения).
11. Объясните явление насыщения магнитной цепи двигателя и его влияние на механическую характеристику и работу привода.
12. Дайте определение режимам работы S1-S9 по ГОСТ. Для какого режима рассчитывается эквивалентная мощность и по какой формуле?
13. Выведите формулу для приведения момента статического сопротивления к валу двигателя для системы с редуктором. Учтите КПД.
14. Выведите формулу для приведения момента инерции вращающейся и поступательно движущейся массы к валу двигателя. Объясните физический смысл.
15. Решите задачу динамического расчёта: определите время пуска привода с известными Jпр, Мдв(ω), Мс(ω).
16. Объясните принцип действия и приведите классификацию механических передач (редукторов) по типу зацепления. Сравните их по КПД, передаточному отношению, возможности реверса.
17. Дайте определение и объясните понятия «люфт», «жёсткость», «критическая скорость» вала механической передачи.

18. Опишите принцип действия, устройство и особенности применения шарико-винтовой передачи (ШВП) и зубчато-реечной передачи.
19. Что такое гармонический редуктор (волновая передача)? Объясните его преимущества для робототехники.
20. Объясните принцип частотного регулирования скорости АД. Почему необходимо одновременно с частотой изменять напряжение на статоре?
21. Детально опишите структуру и принцип работы трёхфазного автономного инвертора напряжения (АИН) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).
22. Опишите два метода ШИМ: синусоидальная и пространственно-векторная (SVPWM). В чём преимущество SVPWM?
23. Объясните принцип скалярного управления (U/f-управления) АД. Назовите его достоинства, недостатки и типичные области применения.
24. Объясните физическую сущность векторного управления (полеориентированного управления, FOC). В чём заключается идея преобразования координат (Park, Clarke)?
25. Нарисуйте и поясните структурную схему системы векторного управления АД с датчиком скорости/положения.
26. Сравните системы векторного управления с датчиком (сенсорные) и без датчика (безсенсорные). На каких методах оценки состояния (наблюдателях) основаны последние?
27. Объясните принцип прямого управления моментом (DTC) для АД. Сравните его с FOC по быстродействию, точности, пульсациям момента.
28. Опишите устройство и принцип работы современного сервопривода. Объясните назначение каждого элемента в структурной схеме: серводвигатель, энкодер, сервоусилитель.
29. Объясните принцип работы подчинённого регулирования в сервоприводе (каскад ПИД-регуляторов тока, скорости, положения). Какова роль каждого контура?
30. Что такое функция «подавление вибраций» (vibration suppression) в сервоприводе и как она реализуется?
31. Опишите процедуру автонастройки (autotuning) сервопривода. Какие параметры механики он оценивает?
32. Объясните принцип работы и управления шаговым двигателем: полношаговый, полушаговый, микрошаговый режимы. Что такое «резонанс шагового двигателя»?
33. Объясните устройство и принцип действия линейного двигателя. В чём его преимущества и ограничения по сравнению с вращательным двигателем с ШВП?
34. Дайте определение и приведите примеры применения моментного двигателя (торкового мотора) в системах прямого привода.
35. Опишите принцип работы пьезоэлектрического привода. Где используется его главное преимущество (сверхмалые перемещения)?
36. Сравните гидравлический и пневматический приводы по следующим параметрам: удельная мощность, жёсткость, точность позиционирования, чистота эксплуатации.
37. Объясните принцип действия и приведите схему объёмного гидропривода (насос-гидромотор) и гидропривода с дроссельным регулированием. Сравните их по КПД.
38. Опишите устройство и принцип управления пропорциональным гидрораспределителем.
39. Объясните причины возникновения и методы борьбы с кавитацией в гидроприводах.
40. Объясните назначение, устройство и принцип работы следующих элементов гидропривода: аккумулятор, фильтр, теплообменник, предохранительный клапан.
41. Объясните, почему вентиляторная нагрузка требует использования квадратичной зависимости V/f в ЧП.
42. Объясните физическую причину «просадки» скорости АД при набросе нагрузки в системе с U/f-управлением. Как этот эффект компенсируется в современных ЧП?

43. Что такое магнитный потокосцепление ротора и почему его поддержание постоянным является ключевой задачей векторного управления?
44. Объясните явление демпфирования и его роль в устойчивости следящего привода.
45. Выведите формулу для расчёта постоянной нагрева и постоянной охлаждения электродвигателя. Как они используются при выборе двигателя для повторно-кратковременного режима?
46. Объясните метод расчёта мощности двигателя для механизмов с маховыми массами (маховики, барабаны).
47. Какой параметр в паспорте серводвигателя напрямую определяет его максимальное теоретическое ускорение? Обоснуйте.
48. Решите комплексную задачу на выбор двигателя и редуктора для конвейера по заданным параметрам: усилие, скорость, масса, КПД передач, режим работы.
49. Опишите методику экспериментального снятия механической характеристики двигателя на испытательном стенде.
50. Как проверить исправность силовых ключей IGBT в инверторе частотного преобразователя с помощью мультиметра?
51. Объясните назначение, принцип работы и схему включения тормозного прерывателя (chopper) с тормозным резистором в звене постоянного тока ЧП.
52. Объясните назначение и принцип работы сетевого дросселя, dv/dt-фильтра и синус-фильтра на выходе ЧП.
53. Что такое активный выпрямитель (AFE)? В чём его преимущества по сравнению с неуправляемым выпрямителем?
54. Объясните, как реализуется рекуперативное торможение в приводах с активным выпрямителем.
55. Опишите методы борьбы с высшими гармониками тока, создаваемыми ЧП, в питающей сети.
56. Что такое EMC (электромагнитная совместимость)? Перечислите основные конструктивные и схемотехнические меры по её обеспечению для ЧП.
57. Объясните принцип действия, устройство и основные типы датчиков положения: инкрементальный энкодер, абсолютный энкодер (одно- и многооборотный), резольвер.
58. Что такое интерполяция сигнала энкодера? За счёт чего достигается субмикронное разрешение в сервоприводах?
59. Объясните устройство и принцип работы датчиков Холла. Как они используются для коммутации в BLDC-двигателях?
60. Объясните принцип бездатчикового определения положения ротора в PMSM на основе оценки ЭДС, эффекта магнитной асимметрии (saliency tracking) и высокочастотного сигнального воздействия.
61. Опишите процесс «хоминга» (поиска нулевой точки) для оси с абсолютным энкодером.
62. Объясните, как реализуется функция «безопасный останов по крутящему моменту» (STO) на аппаратном уровне в сервоусилителе.
63. Объясните разницу между безопасными функциями SS1 (безопасный останов 1) и SLS (безопасное ограничение скорости) согласно IEC 61800-5-2.
64. Что такое SIL (уровень полноты безопасности) и PL (уровень выполнения безопасности)? Как они связаны?
65. Объясните, как в современных приводах реализуется диагностика собственного состояния (мониторинг температуры подшипников, вибрации, изоляции обмоток).
66. Что такое цифровой двойник (Digital Twin) привода и для каких целей он используется (профилактическое обслуживание, оптимизация)?
67. Объясните принцип энергорекуперации в системах с активной нагрузкой (подъёмные механизмы, центрифуги). Куда возвращается энергия?
68. Сравните классы энергоэффективности IE1, IE2, IE3, IE4 для асинхронных

двигателей. Какие конструктивные особенности обеспечивают высокий КПД?
69. Объясните, как выбор энергоэффективного привода и режимов его работы влияет на углеродный след производства.
70. Что такое предиктивное (прогнозное) обслуживание приводов? Какие данные для него используются?
71. Опишите алгоритм действий при диагностике перегрева двигателя, работающего от ЧП.
72. Опишите методику поиска неисправности «потеря сигнала энкодера» в сервосистеме.
73. Каковы типичные причины сильного искрения на коллекторе ДПТ и методы устранения?
74. Объясните, как диагностировать межвитковое замыкание в обмотке статора АД.
75. Что такое «подшипниковые токи» в двигателях с ЧП и как с ними борются?
76. Опишите процесс замены и приработки щёток в ДПТ.
77. Объясните технологию балансировки ротора двигателя. Чем опасна дисбалансировка?
78. Опишите методику центровки валов двигателя и редуктора. Каковы последствия неправильной центровки?
79. Проанализируйте достоинства и недостатки различных типов подшипников (шариковые, роликовые, подшипники скольжения) в электродвигателях.
80. Объясните систему охлаждения двигателей с кодами IC 411, IC 416, IC 418 по МЭК 60034-6.
81. Что такое степень защиты IP? Расшифруйте IP65 и IP67. В чём разница?
82. Объясните назначение и принцип работы тормозного модуля (встроенного электромагнитного тормоза) в двигателях вертикальных осей.
83. Опишите требования к приводам для работы во взрывоопасных зонах (стандарты ATEX, IECEx). Что такое искробезопасная цепь?
84. Как учитываются требования вибро- и шумоизоляции при проектировании приводных систем?
85. Объясните влияние качества питающего напряжения (провалы, перенапряжения, несимметрия) на работу приводов. Какие средства защиты применяются?
86. Проанализируйте основные промышленные сетевые протоколы (PROFINET, EtherCAT, Ethernet/IP) для подключения приводов с точки зрения детерминированности и времени цикла.
87. Как реализуется синхронное движение нескольких осей (электронный вал, система с главным-ведомым) в современных распределённых системах управления?