

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электропривод и автоматика**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Энерго и ресурсосбережение средствами электропривода**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ладыгин А.Н.
	Идентификатор	R7a1f1512-LadyginAN-ef93cd11

А.Н. Ладыгин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С.  
Анучин

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С.  
Анучин

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-4 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности

ИД-3 Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач

2. ПК-6 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, технологические и экологические требования с учетом критериев энергетической эффективности

ИД-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений

ИД-3 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ №1 и №2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторных работ №4 и №5 (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторных работ №6 и №7 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Энергоэффективность технологической установки» (Решение задач)
2. Контрольная работа №2 «Энергоэффективность регулирования скорости насоса» (Решение задач)
3. Контрольная работа №3 «Сокращение затрат энергии и времени операций средствами электропривода» (Решение задач)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	5	6	9	10	13	14	15
Электропривод и энергоресурсосбережение								

Электропривод и энерго-ресурсосбережение	+	+					
Снижение потерь при передаче и преобразовании электроэнергии в установке							
Выбор компонентов электропривода по критерию энергоэффективности установки	+	+					
Повышение энергоэффективности насосной установки с регулируемым электроприводом			+	+			
Полезное использование запаса механической энергии в технологической установке							
Полезное использование запаса механической энергии в технологической установке			+	+	+	+	
Повышение производительности установки средствами электропривода							
Повышение производительности установки средствами электропривода					+	+	+
Повышение надежности технологических установок средствами электропривода							
Возможностей электропривода по обеспечению безотказной работы технологической установки							+
Современные решения в электроприводе, повышающие надежность технологических установок							+
Вес КМ:	15	15	15	10	15	15	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-4	ИД-3ПК-4 Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач	Знать: – энергоэффективность компонентов и способов регулирования электропривода и их прикладное значение; Уметь: – анализировать взаимодействие и согласовывать характеристики электропривода и технологической установки;	Защита лабораторных работ №1 и №2 (Лабораторная работа) Контрольная работа №3 «Сокращение затрат энергии и времени операций средствами электропривода» (Решение задач)
ПК-6	ИД-1ПК-6 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Знать: – современные решения в области электропривода, обеспечивающие повышение эффективности технологических установок; – факторы влияния электропривода на рациональный расход ресурсов технологических	Контрольная работа №2 «Энергоэффективность регулирования скорости насоса» (Решение задач) Защита лабораторных работ №4 и №5 (Лабораторная работа) Защита лабораторных работ №6 и №7 (Лабораторная работа)

		<p>процесс;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить анализ данных и выбирать варианты систем электропривода, исходя из нормативно технических требований к эффективности технологической установки;</li> </ul>	
ПК-6	ИД-3ПК-6 Использует приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов	<p>Применяет методы выбора элементов электропривода</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы уменьшения потерь электроэнергии посредством выбора элементов электропривода и методы расчета этих потерь в технологических установках.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– производить оценку ожидаемых и фактических показателей эффективности элементов электропривода и технологической установки в целом.</li> </ul>	<p>Контрольная работа №1 «Энергоэффективность технологической установки» (Решение задач)</p> <p>Защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)</p>

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Контрольная работа №1 «Энергоэффективность технологической установки»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают письменное задание, выполнение которого направлено на развитие умений, предусмотренных результатами освоения дисциплины. Задание содержит вопросы и задачи, требующие письменного ответа. Письменные ответы предусматривают комментарии к решениям и соответствующие иллюстрации. Работа выполняется студентами индивидуально в учебной аудитории за время не более 75 мин.

#### Краткое содержание задания:

Необходимо продемонстрировать умение производить оценку ожидаемых и фактических показателей эффективности элементов электропривода и технологической установки в целом

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: – производить оценку ожидаемых и фактических показателей эффективности элементов электропривода и технологической установки в целом.</p>	<p>1. Приведите аналитическое обоснование того, что КПД установки (<math>\eta_U</math>) рассчитывается как произведение КПД отдельных компонентов силового канала, а не как сумма.</p> <p>2. Решите задачу.</p> <p>Рассматривается энергетическая эффективность установки <math>\eta_U</math> (КПД) с асинхронным электроприводом мощностью 1,5 кВт (<math>p=2</math>). Известно, что: номинальный КПД силового преобразователя <math>\eta_{\Pi} = 97\%</math>, номинальный КПД редуктора <math>\eta_{\text{Р}} = 95\%</math> и КПД механизма <math>\eta_{\text{М}} = 90\%</math>. На сколько % вырастет <math>\eta_U</math>, если АД электропривода мощностью 1,5 кВт (<math>p=2</math>) класса IE1 заменить на АД класса IE4?</p> <p>Соответствующее номинальное значение КПД электродвигателя <math>\eta_{\text{Д}}</math> определяется по стандарту, режим работы «длительный».</p> <p>3. Выведите формулу, позволяющую вычислить изменение <math>\eta_U</math> после изменения скорости вращения приводного вала механизма с <math>\omega_{\text{н}}</math> на <math>0,5\omega_{\text{н}}</math></p> <p>А) посредством введения <math>R_{\text{доб}}</math> в якорной цепи ДПТ Б) посредством изменения коэффициента передачи <math>i_{\text{ред}}</math> редуктора, установленного на валу двигателя.</p>
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 65

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 45

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## **КМ-2. Защита лабораторных работ №1 и №2**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты устно отвечают на вопросы преподавателя по представленному ими письменным отчетам по результатам выполнения лабораторных работ.

### **Краткое содержание задания:**

Продемонстрировать знание вопросов энергоэффективности компонентов и способов регулирования электропривода и их прикладное значение

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – энергоэффективность компонентов и способов регулирования электропривода и их прикладное значение;	1.Как выглядит зависимость КПД установки от нагрузки и скорости электропривода и какими физическими причинами эта зависимость обусловлена? 2.В чем заключается энергоэффективный способ автоматического регулирования напора жидкости на выходе насосной установки?
--	--

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 65

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 45

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-3. Контрольная работа №2 «Энергоэффективность регулирования скорости насоса»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают письменное задание, выполнение которого направлено на развитие умений, предусмотренных результатами освоения дисциплины. Задание содержит вопросы и задачи, требующие письменного ответа. Письменные ответы предусматривают комментарии к решениям и соответствующие иллюстрации. Работа выполняется студентами индивидуально в учебной аудитории за время не более 75 мин.

#### Краткое содержание задания:

Необходимо продемонстрировать умение проводить анализ данных и выбирать варианты систем электропривода насосной установки, исходя из нормативно технических требований к эффективности технологической установки

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: – проводить анализ данных и выбирать варианты систем электропривода, исходя из нормативно технических требований к эффективности технологической установки;

1. Рассматривается работа центробежного насоса, обеспечивающего подачу воды в несколько душевых кабин спортивного клуба. Кабины расположены на одном уровне и каждая может включаться автоматически при появлении человека в ней (вентиль, перекрывающий воду в кабине, имеет два состояния – откр/закр).

Известна QH-характеристика насоса на номинальной скорости вращения. Эта характеристика такова, что: в ситуации 1, когда открыты вентили всех кабин, расход воды  $Q_1 = 3$  м<sup>3</sup>/ч и напор на выходе насоса  $H_1 = 30$  м., 36

а в ситуации 2, когда имеет место уменьшенная подача воды до  $Q_2 = 2$  м<sup>3</sup>/ч, (работают не все кабины) напор вырастает до значения  $H_2 = 49$  м.

Для обеспечения одинакового напора воды в душевых, независимо от количества открытых вентилях, применена система ПЧ-АД с замкнутой системой регулирования напора на выходе насоса. Система обеспечивает неизменное значение напора, равное заданному (установлено на значение  $H_1$ ), посредством снижения скорости вращения насоса. Требуется определить.

А. Какая мощность ( $P_A$ ) требуется от насоса в ситуации 2 после внедрения замкнутой системы регулирования напора?

Б. На сколько % снизилась мощность развиваемая насосом в ситуации 2 после внедрения замкнутой системы регулирования напора?

2. Рассматривается система отопления помещения, в

	<p>которой центробежный насос обеспечивает циркуляцию теплоносителя в закрытой системе отопления, все элементы которой находятся на одном уровне.</p> <p>Известна QH-характеристика насоса на номинальной скорости вращения, согласно которой максимальной объемной подаче теплоносителя <math>Q_1 = 3 \text{ м}^3/\text{ч}</math> соответствует напор <math>H_1 = 30\text{м}</math>, а уменьшенной подаче <math>Q_2 = 2 \text{ м}^3/\text{ч}</math> на этой же характеристике соответствует напор <math>H_2 = 40\text{м}</math>.</p> <p>Определить мощность, требуемую от насоса, для двух вариантов получения <math>Q_2</math>.</p> <p>Вариант А уменьшенная подача реализуется прикрытием вентиля в трубопроводе</p> <p>Вариант В эта же подача реализуется уменьшением скорости вращения насоса</p> <p>На сколько % вариант В энергоэффективнее .</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 45*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-4. Защита лабораторной работы № 3**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты устно отвечают на вопросы преподавателя по представленному ими письменному отчету по результатам выполнения лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Продемонстрировать знание основные способы уменьшения потерь электроэнергии посредством выбора элементов электропривода и методы расчета этих потерь в технологических установках

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – основные способы	1.Как влияет выбор механической характеристики
---------------------------	--

уменьшения электроэнергии выбора электропривода расчета технологических установках.	потерь посредством элементов и методы этих потерь в	электропривода на потери электроэнергии? 2. Как реализовать способ экономии электроэнергии, потребляемой технологической установкой, посредством использования механической энергии, запасаемой ее движущимися частями?
--	--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 45*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-5. Контрольная работа №3 «Сокращение затрат энергии и времени операций средствами электропривода»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают письменное задание, выполнение которого направлено на развитие умений, предусмотренных результатами освоения дисциплины. Задание содержит вопросы и задачи, требующие письменного ответа. Письменные ответы предусматривают комментарии к решениям и соответствующие иллюстрации. Работа выполняется студентами индивидуально в учебной аудитории за время не более 75 мин.

**Краткое содержание задания:**

Необходимо продемонстрировать умение анализировать взаимодействие и согласовывать характеристики электропривода и технологической установки

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: – анализировать взаимодействие и согласовывать характеристики электропривода и технологической установки;	1.Рассматриваются 2 варианта настройки электропривода (ЭП) транспортного средства при прохождении участка пути с наклоном вверх от точки <b>А</b> до точки <b>Б</b> . Известно, что: – применена система ПЧ-АД, имеющая диапазон регулирования скорости 1:1000 – на горизонтальном участке пути (перед подъемом вверх ) электропривод вращается на номинальной
--	---

	<p>скорости, обеспечивая скорость перемещения <math>V = 10</math> м/с.</p> <p>– для преодоления подъема на этой скорости ЭП должен работать в номинальном режиме..</p> <p>Вариант 1. Электропривод настроен на абсолютно жесткую механическую характеристику работы с номинальной скоростью.</p> <p>Вариант 2. Электропривод настроен на механическую характеристику экскаваторного типа, т.е. имеется вертикальный участок характеристики с ограничением момента двигателя на уровне <math>K</math> от номинального. Из-за такой характеристики рассматриваемый участок пути проходиться с переменной скоростью.</p> <p>Требуется определить на какую высоту относительно т. А сможет подняться транспорт при условии, что в т. Б его скорость будет равна нулю, а ограничение <math>K = 0.5</math>.</p> <p>Требуется определить каким должно быть ограничение <math>K=?</math>, чтобы транспорт поднялся на высоту относительно т. А при условии, что в т. Б его скорость будет равна</p> <p>Требуется определить какой будет скорость транспорта в т. Б при условии, что она расположена на высоте м относительно т. А</p> <p>Допущения: силой сопротивления качению можно пренебречь, а КПД электропривода =100%.</p>
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 45*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### КМ-6. Защита лабораторных работ №4 и №5

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты устно отвечают на вопросы преподавателя по представленным ими письменным отчетам по результатам выполнения лабораторных работ.

**Краткое содержание задания:**

Продемонстрировать знание факторов влияния электропривода на рациональный расход ресурсов в технологическом процессе

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – факторы влияния электропривода на рациональный расход ресурсов технологических процесс;	1.Как влияет профиль процесса останковки привода на производительность технологической установки и каким способом можно оптимизировать этот профиль? 2.Как влияет система автоматического выбора повышенной скорости работы лебедки на производительность подъемной установки и какими средствами реализуется такая автоматизация?
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 45*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-7. Защита лабораторных работ №6 и №7**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты устно отвечают на вопросы преподавателя по представленным ими письменным отчетам по результатам выполнения лабораторных работ.

**Краткое содержание задания:**

Продемонстрировать знание возможностей повышения надежности технологических установок средствами электропривода

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – современные решения в	1.Какое влияние на надежность механизма
--------------------------------	---

<p>области электропривода, обеспечивающие повышение эффективности технологических установок;</p>	<p>технологической установки может оказать ограничение момента на рабочем валу установки и какие средства электропривода позволяют реализовать такое ограничение?  2.Какие средства электропривода позволяют реализовать снижение ударных нагрузок при выборе зазоров в механической передаче установки или при выборе слабины каната подъемного крана?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 45*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Зависимость КПД электропривода от его нагрузки
2. Транспортная платформа с электроприводом движется с постоянной скоростью по плоскости сначала горизонтально, а затем вниз под углом  $45^\circ$ . Известно, что при движении платформы по наклонной плоскости составляющие момента привода, необходимые для компенсации силы тяжести и преодоления силы трения, соотносятся как 3:1.  
Какую мощность генерирует привод на участке спуска, в процентах, относительно мощности, развиваемой на горизонтальном участке?

### Процедура проведения

Студент после получения билета готовит письменные ответы по двум вопросам этого билета. По первому вопросу письменно должны быть представлены основные тезисы ответа с необходимым графическим сопровождением. Эти тезисы студент раскрывает полностью в своем устном комментарии. По второму вопросу письменно должно быть представлено полноценное решение задачи с необходимым графическим сопровождением и четко сформулированным ответом. Студент должен быть готов дать устные комментарии к представленному им решению задачи.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-4</sub> Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач

### Вопросы, задания

1. Диаграмма энергетических потерь при работе технологической установки с электроприводом и направления их уменьшения средствами привода.
2. Энергоэффективные асинхронные двигатели (суть, значение и нормативы).
3. Известно, что вес опускаемого лебедкой груза равен 20% от ее номинальной расчетной нагрузки. Необходимо рассчитать КПД механической передачи лебедки, при котором электропривод не будет ни потреблять, ни генерировать электроэнергию при опускании груза с постоянной скоростью.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как избежать потерь электроэнергии на тормозном резисторе в электроприводе по системе ПЧ-АД?

Ответы:

1. 1. Применить электронный рекуператор, подключаемый к звену постоянного тока
2. 2. Применить в качестве первого звена ПЧ полностью управляемый выпрямитель вместо неуправляемого
3. 3. Применить накопитель энергии постоянного тока, подключаемый вместо тормозного резистора

4. 4. Применить схему с объединением несколько звеньев постоянного тока, если технологическая установка или комплекс имеют несколько систем ПЧ-АД

Верный ответ: 1, 2, 3, 4

2. Укажите аргументы, обосновывающие пользу перехода от применения гидравлического вентиля при управлении производительностью насосной установки с электроприводом к применению регулируемого электропривода.

Ответы:

1. Повышается КПД насосной установки
2. Снижаются гидравлические нагрузки на трубопроводную систему
3. Повышается производительность насосной установки

Верный ответ: 1, 2

3. Нерегулируемый электропривод лебедки подъемной установки обеспечивал подъем грузов весом  $N$  и весом  $N/2$  за одинаковое время 20 сек. На сколько быстрее будет подниматься груз весом  $N/2$  если электропривод заменить на регулируемый с автоматической системой выбора рабочей скорости лебедки при постоянстве рабочей мощности на приводном валу?

Ответы:

1. на 20 сек.
2. на 100%
3. на 10 сек

Верный ответ: 1 и 2

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-6</sub> Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений

### Вопросы, задания

1. Зависимость КПД электропривода от способа получения регулировочных характеристик.
2. Типовые решения по экономии ресурсов технологического процесса средствами электропривода.
3. Центробежный насос обеспечивает циркуляцию теплоносителя в горизонтальной системе отопления. Известна QH-характеристика насоса на скорости вращения  $n = 2800$  об/мин., согласно которой максимальной объемной подаче теплоносителя  $Q_1 = 6$  м<sup>3</sup>/ч соответствует напор  $H_1 = 30$  м, а уменьшенной подаче  $Q_2 = 4$  м<sup>3</sup>/ч соответствует напор  $H_2 = 40$  м. Определить мощность, требуемую от насоса для двух вариантов получения  $Q_2$ . А) - при использовании вентиля в трубопроводе, и В) - при применении регулирования скорости вращения насоса.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите основные решения с привлечением средств электропривода, повышающие производительность технологических установок без увеличения установленной мощности.

Ответы:

1. Поднять рабочую скорость электропривода
2. Применить систему автоматического выбора рабочей скорости электропривода в зависимости от нагрузки на валу
3. Применить методы теории оптимизации переходных процессов при формировании профиля разгона и торможения установки.

Верный ответ: 2 и 3

2. Укажите основные направления выработки решений по повышению надежности технологических установок средствами электропривода без снижения производительности установки

Ответы:

1. Формирование соответствующего профиля процессов разгона и торможения в электроприводе.
2. Применения в электроприводе автоматических средств выбора зазоров в механической передаче установки
3. Применение на установке многодвигательного электропривода с автоматической системой выравнивания нагрузки между двигателями.
4. Применение в электроприводе функций защитной остановки при достижении недопустимых нагрузок на вал.
5. Адаптация функции автоматического повторного пуска электропривода к факторам, вызвавшим его остановку.

Верный ответ: 1, 2, 3, 4, 5

3. Кокой из вариантов (А или Б) проектного решения по установке нерегулируемого электропривода на конвейер будет более энергоэффективным, если приводной барабан конвейера должен вращаться со скоростью 600 об/мин, а:

- *вариант А* предполагает применение двигателя с номинальной скоростью 600 об/мин и КПД=70%

*вариант Б* предполагает применение двигателя с номинальной скоростью 3000 об/мин и КПД= 90% и установку понижающего редуктора с КПД=80%

Ответы:

вариант А

вариант Б

варианты равноценны

Верный ответ: вариант Б

4. Кокой из вариантов (А или Б) конструкции конвейера с требуемой мощностью на валу  $=P$  будет более энергоэффективным, если известно, что:

- *вариант А* предполагает применение 2-х двигателей на одном ведущем барабане конвейера, каждый из которых имеет номинальную мощность  $P/2$  и КПД=80%

*вариант Б* предполагает применение 1-о двигателя с номинальной мощностью  $=P$  и КПД= 90% и установку понижающего редуктора с КПД=80%

Ответы:

вариант А

вариант Б

варианты равноценны

Верный ответ: вариант А

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-6</sub> Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов

### Вопросы, задания

1. Известно, что величина номинального груза, при подъеме которого с номинальной скоростью электропривод лебедки развивает номинальную мощность, а КПД механической передачи равен 80%.

Какой груз (в % от номинального) лебедка способна опускать в режиме, когда электропривод при этом не потребляет и не генерирует энергию?

2. Платформа с электроприводом движется с постоянной скоростью по плоскости сначала горизонтально, а затем вверх с углом  $45^\circ$ . Известно, что при движении

платформы по наклонной плоскости составляющие момента, развиваемого приводом, необходимые для преодоления силы тяжести и силы трения, соотносятся как 3:1.

Во сколько раз большую мощность развивает привод на участке подъема, чем на горизонтальном участке?

3. Критерии выбора профиля динамических характеристик электропривода.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Укажите основные направления выработки решений по экономии ресурсов технологического процесса средствами электропривода

Ответы:

1. В направлении снижения непроизводительных механических нагрузок на элементы конструкции технологической установки

2. В направлении повышения энергетической эффективности технологической установки

3. В направлении снижения времени рабочих операций в технологическом процессе

Верный ответ: 1, 2, 3

2. Укажите основные направления выработки решений по повышению энергоэффективности технологической установки средствами регулируемого электропривода

Ответы:

1. Повышать КПД компонентов электропривода на этапе их выбора для проекта

2. Устанавливать скоростные режимы работы электропривода, обеспечивающие оптимальные затраты энергии установкой

3. Применять схемные решения, исключая потери энергии в тормозных режимах установки

Верный ответ: 1, 2, 3

3. Известно, что транспортное средство массой  $M$  с электроприводом, движущееся с неизменной скоростью  $V$ , преодолело подъем, затратив электроэнергию в объеме  $W$ . Сколько электроэнергии можно сэкономить, если применить настройку регулируемого электропривода, допускающую равноускоренное падение скорости транспорта от исходной  $V$  в начале подъема до нулевой в верхней точке подъема (силами трения пренебречь)?

Ответы:

1.  $W$

2.  $W/2$

3.  $\sqrt{W}$

4.  $\frac{MV}{2}$

Верный ответ: 1 и 4

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно*

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***