



## 1 Цель экзамена по учебной дисциплине

Целью экзамена по учебной дисциплине является оценивание результатов освоения аспирантами учебной дисциплины.

## 2 Планируемые результаты освоения учебной дисциплины

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на достижение следующих образовательных результатов:

Код и наименование ОРЗ	Планируемые результаты обучения
ОРЗ: исследует и проектирует электротехнические комплексы и системы на современном уровне	– знать: требования к исследованиям и проектам электротехнических комплексов и систем на современном уровне. – уметь: исследовать и проектировать электротехнические комплексы и системы на современном уровне. – владеть: навыками исследования и проектирования электротехнических комплексов и систем на современном уровне.

## 3 Объем и содержание экзамена по учебной дисциплине

### Объем экзамена по учебной дисциплине

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>7 семестр</b>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>18</b>	<b>18</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>18</b>	<b>18</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>

### Содержание экзамена по учебной дисциплине

Раздел 1 Общая теория электротехнических комплексов. (Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем. Изучение системных свойств и связей. Физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем);

Раздел 2 Синтез и алгоритмизация электротехнических комплексов и систем (Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация. Разработка алгоритмов эффективного управления электротехническими комплексами и системами);

Раздел 3 Качество управления и функционирования электротехнических комплексов и систем (Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях. Электротехнические комплексы и системы как неотъемлемые составные части систем более высокого уровня или как самостоятельные технологические комплексы. Обеспечение эффективного и безопасного функционирования этих систем в широком диапазоне внешних воздействий).

#### **4 Форма проведения экзамена по учебной дисциплине, оценочные средства, шкала и критерии оценивания**

Экзамен по учебной дисциплине проводится в письменной форме, позволяющей оценить результаты освоения учебной дисциплины.

Оценивание результатов освоения учебной дисциплины осуществляется на основе следующей оценочной шкалы:

##### **Оценивание аспирантов на экзамене**

Требования к знаниям	Оценка
Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, владеет приемами выполнения практических задач по формированию образовательных результатов.	отлично
Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	хорошо
Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.	удовлетворительно

Требования к знаниям	Оценка
Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.	неудовлетворительно

**Вопросы и задачи к экзамену по учебной дисциплине приведены в приложении.**

## **5 Учебно-методическое и информационное обеспечение экзамена по учебной дисциплине**

### **а) литература:**

1 Симаков, Г. М. Специальные разделы теории электропривода : учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. П. Филюшов. - Новосибирск : НГТУ, 2020. - 124 с. - ISBN 978-5-7782-4074-2. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778240742.html> (дата обращения: 31.05.2023);

2 Фащиленко, В. Н. Электропривод и автоматика машин и установок горного производства : учебник / В. Н. Фащиленко, Л. А. Плащанский. - Москва : МИСиС, 2020. - 370 с. - ISBN 978-5-907061-45-3. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061453.html> (дата обращения: 31.05.2023);

3 Хакимьянов, М. И. Управление электроприводами скважинных насосных установок : монография / М. И. Хакимьянов. - 2-е изд. - Москва : Инфра-Инженерия, 2021. - 140 с. - ISBN 978-5-9729-0673-4. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972906734.html> (дата обращения: 31.05.2023);

4 Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников : учебное пособие / К. Н. Маренич и др.. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 232 с. – ISBN 978-5-9729-0727-4. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907274.html> (дата обращения: 31.05.2023);

5 Система управления и диагностирования электропривода отводящего рольганга широкополосного стана горячей прокатки : монография / С. И. Лукьянов, Н. В. Швидченко, Р. С. Пишнограев и др. - Москва : Инфра-Инженерия, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-9729-0472-3. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972904723.html> (дата обращения: 31.05.2023).

### **б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL:

<http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 – ]. – URL: <http://rusneb.ru>. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <https://biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <http://www.biblioclub.ru>;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://eivis.ru>. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>. – URL: <https://libr.sibsiu.ru>.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Kaspersky Endpoint Security;
- LibreOffice;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## **6 Материально-техническое обеспечение экзамена по учебной дисциплине**

Материально-техническое обеспечение экзамена включает учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Программа промежуточной аттестации по учебной дисциплине составлена в соответствии с **федеральными государственными требованиями** к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Составитель(и):

заведующий кафедрой Кубарев Василий Анатольевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Программа промежуточной аттестации рассмотрена и утверждена на заседании кафедры электротехники, электропривода и промышленной электроники.

Согласована:

Руководитель проектов  
отдела по внедрению АСУ ТП  
РИЦ АСУТП «Сибирь  
ООО «ЕвразТехника»

должность, степень, звание  
специалиста в соответствующей  
области науки



Д. Г. Чудинов  
инициалы, фамилия

## Приложение

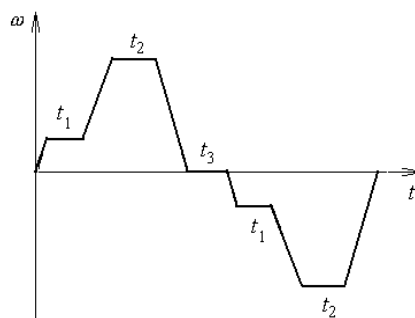
### Вопросы к экзамену по учебной дисциплине для промежуточной аттестации

1. Способы управления асинхронными двигателями.
2. Электромеханические свойства синхронного двигателя.
3. Система генератор-двигатель, структура САУ и основные характеристики.
4. Способы управления двигателями постоянного тока.
5. Электромеханические свойства двигателя постоянного тока.
6. Система тиристорный преобразователь-двигатель с реверсом по якорю, структура САУ и основные характеристики.
7. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода.
8. Электромеханические свойства асинхронного двигателя.
9. Система тиристорный преобразователь-двигатель с реверсом по возбуждению, структура САУ и основные характеристики.
10. Электромеханические свойства синхронного двигателя.
11. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты.
12. Система частотный преобразователь - асинхронный двигатель, структура САУ и основные характеристики.
13. Методика выбора типа и мощности двигателя при проектировании систем электропривода.
14. Понятие о симметричном оптимуме.
15. Система частотный преобразователь - синхронный двигатель, структура САУ и основные характеристики.
16. Синтез параметров преобразователя энергии.
17. Синтез САР скорости с комбинированным принципом управления.
18. Характеристика и классификация АЭП прокатного производства и рудничного подъема.
19. СУЭП обжимного реверсивного прокатного стана.
20. Синтез корректирующих устройств.
21. Синтез системы автоматического управления с комбинированным принципом управления.
22. Методы измерения ЭДС двигателя постоянного тока.
23. Основные понятия и определения в теории управляющих автоматов.
24. Схемная и программная реализация управляющих автоматов.
25. Структура циклов управляющих автоматов.

## Задачи к экзамену по учебной дисциплине для промежуточной аттестации

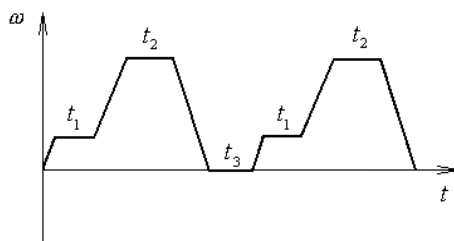
1. Составить вычислительную модель, найти  $z$ -преобразование и разностное уравнение форсирующего звена.
2. Составить вычислительную модель, найти  $z$ -преобразование и разностное уравнение колебательного звена.
3. Составить вычислительную модель, найти  $z$ -преобразование и разностное уравнение апериодического звена второго порядка.
4. Составить вычислительную модель, найти  $z$ -преобразование и разностное уравнение идеального дифференцирующего звена.
5. Составить вычислительную модель, найти  $z$ -преобразование и разностное уравнение неминимально-фазового звена первого порядка.
6. По заданному  $z$ -изображению  $X(z) = \frac{z}{z-1}$  определить решетчатую функцию  $x[n]$ .
7. По заданному  $z$ -изображению  $X(z) = \frac{z}{(z-1)^2}$  определить решетчатую функцию  $x[n]$ .
8. Определить дискретную передаточную функцию системы, описываемой разностным уравнением  $y[n] + a_1 y[n-1] + a_2 y[n-2] = b_1 x[n-1]$ .
9. Синтезировать цифровое корректирующее устройство для аналоговой системы, имеющей передаточную функцию неизменяемой части  $W(p) = \frac{0.25}{p(1.27p+1)}$ .
10. Определить  $z$ -преобразование решетчатой функции  $x[n] = a * 1[n]$
11. Рассчитать передаточные функции регулятора скорости РС и регулятора тока РТ для системы электропривода постоянного тока, если требуется обеспечение модульного оптимума в контуре тока якоря  $I_a$  и модульного оптимума в контуре скорости  $\omega$ . Параметры звеньев схемы:  $T_a = 0,04$  с;  $T_m = 0,17$  с;  $R_a = 0,21$  Ом;  $K_d = 0,35$  (рад/с)/В;  $K_{дс} = 0,0866$  В/(рад/с);  $\omega_{ном} = 71$  рад/с;  $I_{ан} = 85$  А;  $P_n = 16$  кВт;  $k_{дт} = 0,04$  В/А;  $U_{ан} = 230$  В;  $T_{тп} = 0,001$  с;  $U_y = 5$  В.
12. Рассчитать передаточные функции регулятора скорости РС и регулятора тока РТ для системы электропривода постоянного тока, если требуется обеспечение модульного оптимума в контуре тока якоря  $I_a$  и симметричного оптимума в контуре скорости  $\omega$ . Параметры звеньев схемы:  $T_a = 0,03$  с;  $T_m = 0,13$  с;  $R_a = 6,4$  Ом;  $K_d = 1,05$  (рад/с)/В;  $K_{дс} = 0,0289$  В/(рад/с);  $\omega_{ном} = 210$  рад/с;  $I_{ан} = 4,7$  А;  $P_n = 0,75$  кВт;  $k_{дт} = 0,8$  В/А;  $U_{ан} = 220$  В;  $T_{тп} = 0,01$  с;  $U_y = 2,5$  В.
13. Составить релейно-контакторную схему управления электроприводом, работающим в повторно-кратковременном режиме и реализующим следующую тахограмму:





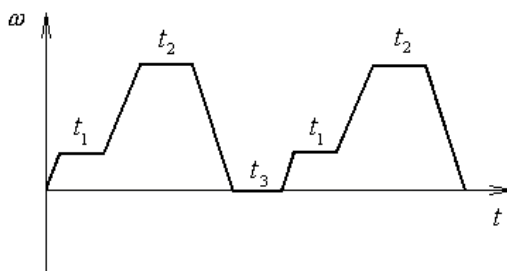
Двигатель переменного тока, число ступеней пуска  $m=3$ , пуск в функции скорости, торможение противовключением в функции времени. Управление от кнопочного поста.

14 Составить релейно-контакторную схему управления электроприводом, работающим в повторно-кратковременном режиме и реализующим ниже приведенную тахограмму:



Двигатель постоянного тока, число ступеней пуска  $m=3$ , пуск в функции скорости, торможение противовключением в функции времени. Управление от кнопочного поста.

15 Составить схему управления электроприводом, работающим в повторно-кратковременном режиме, реализующим ниже приведенную тахограмму на бесконтактных элементах типа ИЛИ-НЕ:



Двигатель переменного тока, число ступеней пуска  $m=3$ , пуск в функции времени, торможение динамическое в функции скорости. Управление от кнопочного поста.

16 Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения со следующими параметрами:  $Tя=0,04$  с;  $Tм=0,17$  с;  $Rя=0,21$  Ом;  $Kд=0,35$  (рад/с)/В;  $\omega_{ном}=71$  рад/с;  $Iян=85$  А;  $Pн=16$  кВт;  $Uян=230$  В определить номинальную ЭДС якоря, ЭДС якоря при сниженном до  $0,8Uян$  напряжении на якоре и при ослабленном на 8% поток возбуждения.

Получить передаточную функцию гибкой обратной связи по напряжению в датчике ЭДС.

17 Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения со следующими параметрами:  $R_{\text{я}}=0,35 \text{ Ом}$ ;  $L_{\text{я}}=23 \text{ мГн}$ ;  $n_n=620 \text{ об/мин}$ ;  $k_{\Phi}=3,22 \text{ В}\cdot\text{с}$ ;  $U_{\text{ян}}=220 \text{ В}$ ;  $I_{\text{ян}}=31 \text{ А}$ ;  $J=4,9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  определить электромагнитную и электромеханическую постоянные времени, передаточную функцию гибкой ОС по напряжению в датчике ЭДС. Определить, можно ли пренебречь внутренней ОС по ЭДС машины при расчете СУЭП на ее основе.

18 Крановый АД типа МТН-611-10 имеет следующие данные:  $P_{\text{ном}}=45 \text{ кВт}$ ;  $U_{1\text{ном}}=380 \text{ В}$ ;  $n_{\text{ном}}=575 \text{ об/мин}$ ;  $f_1=50 \text{ Гц}$ ;  $I_{1\text{ном}}=115 \text{ А}$ ;  $R_c=0,087 \text{ Ом}$ ;  $x_1=0,189 \text{ Ом}$ ;  $R_p=0,12 \text{ Ом}$ ;  $x_2=0,046 \text{ Ом}$ ;  $I_{2\text{ном}}=155 \text{ А}$ ;  $k=1,93$ ;  $\lambda=M_k/M_{\text{ном}}=2,5$ . Рассчитать и построить естественную механическую характеристику двигателя.

19 ДПТ 2ПФ 200 имеет следующие паспортные данные:  $P_{\text{ном}}=30 \text{ кВт}$ ;  $U_{\text{ном}}=440 \text{ В}$ ;  $n_{\text{ном}}=2200 \text{ об/мин}$ ;  $I_{\text{ном}}=74 \text{ А}$ ,  $\eta_n=90\%$ . Оценить тепловой режим двигателя при его работе по следующему циклу: время первого участка  $t_1=12 \text{ мин}$ , момент нагрузки  $M_{c1}=120 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , время второго участка  $t_2=25 \text{ мин}$ , момент нагрузки  $M_{c2}=145 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , время третьего участка  $t_3=18 \text{ мин}$ , момент нагрузки  $M_{c3}=100 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Ток возбуждения и сопротивление якорной цепи не изменяются. Заданный цикл относится к продолжительному режиму работы с переменной нагрузкой.

20 Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и законе управления  $U_1/f^2=\text{const}$ , если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{\text{ном}}=1,4 \text{ кВт}$ ;  $U_{1\text{ном}}=380 \text{ В}$ ;  $n_{\text{ном}}=870 \text{ об/мин}$ ;  $\lambda=2,8$ . Построить механические характеристики при разных частотах.

21 Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и законе управления  $U_1/f=\text{const}$ , если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{\text{ном}}=1,4 \text{ кВт}$ ;  $U_{1\text{ном}}=380 \text{ В}$ ;  $n_{\text{ном}}=1440 \text{ об/мин}$ ;  $\lambda=2,5$ . Построить механические характеристики при разных частотах.

22 Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и законе управления  $U_1^2/f=\text{const}$ , если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{\text{ном}}=1,4 \text{ кВт}$ ;  $U_{1\text{ном}}=380 \text{ В}$ ;  $n_{\text{ном}}=870 \text{ об/мин}$ ;  $\lambda=2,8$ . Построить механические характеристики при разных частотах.

23 АД типа МТКН-211-6 имеет следующие данные:  $P_{\text{ном}}=8,2 \text{ кВт}$ ;  $U_{1\text{ном}}=380 \text{ В}$ ;  $n_{\text{ном}}=875 \text{ об/мин}$ ;  $f_1=50 \text{ Гц}$ ;  $I_{1\text{ном}}=115 \text{ А}$ ;  $R_c=0,835 \text{ Ом}$ ;  $x_1=0,88 \text{ Ом}$ ;  $2R=1,4 \text{ Ом}$ ;  $2x=0,88$ ;  $\lambda=2,5$ ,  $\eta_n=0,715$ .  $\cos\varphi_{\text{ном}}=0,75$ . Построить его механические и электромеханические характеристики в двигательном режиме и в режиме торможения противовключением с дополнительным сопротивлением  $2R_2$ .

24 В состав станочного электропривода типа ЭПУ1-2П входит двигатель типа ПБСТ-52МУ4 со следующими параметрами:  $P_n=2,5 \text{ кВт}$

$U_H = 220B$ ,  $I_{яH} = 13,2A$ ,  $n_H = 1000/3000 об/мин$ ; возбуждение независимое  $U_{HB} = 220B$ ;  $I_B = 1,13A$ ; КПД=82,7%; номинальный режим работы S4;  $J_{ДВ} = 0,109 кг \cdot м^2$ . Предусмотрена система с отрицательной обратной связью по напряжению, статическая ошибка (падение скорости) в замкнутой системе  $\delta = 5\%$ . Рассчитать статические характеристики двигателя и синтезировать для одноконтурной системы регулирования скорости П- и ПИ-регуляторы.

25 Рассчитать в первом приближении мощность приводного электродвигателя лифта грузоподъемностью 600 кг, если ускорение кабины равно  $0,8 м/с^2$ , скорость равномерного движения  $1,5 м/с$ , высота подъема 30 м.