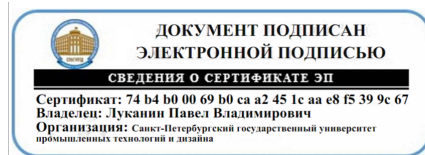


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Программа государственного экзамена

Б3.01(Г)	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Учебный план:	ФГОС3++z130302-5_24-15.plx
Кафедра:	30 Автоматизированного электропривода и электротехники
Направление подготовки: (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль подготовки: (специализация)	Электропривод и автоматика
Уровень образования:	бакалавриат
Форма обучения:	заочная

План учебного процесса

Семестр		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ
5	УП	99	9	3
Итого	УП	99	9	3

Программа государственного экзамена составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К ПРОГРАММЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

1.1 Цель государственного экзамена: Определить соответствие результатов освоения образовательной программы (компетенций) выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и подтвердить их способность и готовность использовать знания, умения и (или) практический опыт в профессиональной деятельности.

1.2 Задачи государственного экзамена:

- Оценка уровня подготовки выпускников к решению задач профессиональной деятельности в соответствии с требованиями ФГОС ВО.
- Оценка знаний, умений и практического опыта в области проектирования, модернизации, испытаний и компьютерного моделирования автоматизированных электроприводов типовых установок.

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ИНДИКАТОРЫ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

ПК-1: Способен участвовать в разработке мероприятий по совершенствованию и модернизации электротехнического оборудования, улучшения его эксплуатационных характеристик
Знает: Нормативные документы в сфере электроэнергетики. Конструкции, назначение, принципы работы, электрические схемы электротехнического оборудования. Схемы расположения электротехнического оборудования на объектах профессиональной деятельности.
Умеет: Анализировать информацию, формировать представление о ситуации. Работать с персональным компьютером и используемым на объектах профессиональной деятельности, программным обеспечением.
Владеет: Навыками разработки плана мероприятий по повышению надежности и экономичности работы электротехнического оборудования. Навыками разработки плана мероприятий по снижению расхода электроэнергии на собственные нужды. Навыками проведения анализа условно постоянных затрат на эксплуатацию электротехнического оборудования, внесение предложений по их сокращению.
ПК-2: Готовность к выполнению работ по монтажу, наладке и испытанию электротехнического оборудования
Знает: Основы электротехники, теплотехники, Технологический процесс производства тепловой и электрической энергии. Технические требования, предъявляемые к электроэнергии. Схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, правила эксплуатации электротехнического оборудования, сооружений и устройств на объектах профессиональной деятельности. Назначение и принцип действия автоматических и регулирующих устройств, технологических защит, блокировок и сигнализации, установленных на электротехническом оборудовании. Принцип работы, схемы подключения, размещения измерительных приборов и датчиков. Характерные неисправности и повреждения электротехнического оборудования и устройств, способы их определения и устранения.
Умеет: Оценивать техническое состояние электротехнического оборудования. Контролировать состояние релейной защиты, дистанционного управления, сигнализации и электроавтоматики, режим работы.
Владеет: Методиками организации монтажных работ, наладки и испытания электротехнического оборудования.
ПК-3: Готовность к участию в организации метрологического обеспечения объектов профессиональной деятельности
Знает: Состав и нормы расхода товаров и материалов на производство работ по эксплуатации электротехнического оборудования. Принципиальные схемы построения автоматизированной системы управления электроприводом. Правила эксплуатации электротехнического оборудования.
Умеет: Выполнять чертежи и читать электрические схемы. Вести техническую документацию.
Владеет: Навыками проведения процесса организации согласования и утверждения электрических схем. Навыками выполнения чертежей электрических схем.
ПК-4: Готовность к выполнению работ по эксплуатации электротехнического оборудования
Знает: Рабочие процессы на объектах профессиональной деятельности. Схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, правила эксплуатации электротехнического оборудования, механизмов и устройств на объектах профессиональной деятельности. в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах работы. Состав и нормы расхода товаров и материалов на производство работ по эксплуатации электротехнического оборудования. Технические условия на товары и материалы, необходимые в процессе эксплуатации электротехнического оборудования.
Умеет: Анализировать информацию, формировать представление о ситуации. Работать с персональным компьютером и используемым на объектах профессиональной деятельности. программным обеспечением, современными средствами связи.
Владеет: Навыками выполнения расчетов для определения потребности в товарах и материалах по статье "эксплуатация".

3 ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ, ОБЛАСТЬ, КРИТЕРИИ, СИСТЕМА И СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

3.1 Форма проведения государственного экзамена

Устная

+

Письменная

3.2 Дисциплины образовательной программы, которые имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников и включены в государственный экзамен

№ п/п	Наименование дисциплины
1	Управление электромеханическими системами
2	Системы управления электроприводами
3	Электрический привод
4	Теория автоматического управления
5	Электроэнергетика

3.3 Система и критерии оценивания сдачи государственного экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
5 (отлично)	Дан полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание базовых понятий, теорий и широкую эрудицию в проектировании систем автоматизированного электропривода и схем автоматики, критический, оригинальный подход к материалу. Установлены содержательные междисциплинарные связи, представлена развернутая аргументация подхода к проектированию электропривода как элемента системы управления технологическим процессом, приведены убедительные примеры из практики, научной, учебной литературы. Продemonстрирована способность применять необходимый физико-математический аппарат и методы анализа при решении задач управления автоматизированного электропривода, показано умение обоснованно выбирать типовые схемы автоматического управления электродвигателем, а также знание режимов работы электродвигателей, устройств силовой электроники и методов расчета их характеристик и параметров. Практическая часть выполнена правильно, ответы аргументированы, с четким пониманием выбора исполнительного элемента, его характеристик и параметров.
4 (хорошо)	Дан полный стандартный ответ, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации для подготовки к государственному экзамену. Выдвигаются преимущественно теоретические положения, не подтвержденные практическими результатами. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки в расчетах. Практическая часть выполнена правильно, ответы и пояснения верные, но в их обосновании часть необходимых аргументов отсутствует
3 (удовлетворительно)	Дан ответ недостаточно логически выстроен, воспроизводит в основном только лекционные материалы дисциплин, входящих в программу государственного экзамена без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Хотя базовые понятия раскрываются верно, но выдвигаемые положения не достаточно аргументированы и (или) не подтверждаются примерами из практики. Присутствуют существенные ошибки в установлении связей между элементами системы, их характеристиками и параметрами. Практическая часть выполнена с ошибками, в обосновании ответов и пояснений, связанных с необходимостью системного подхода к проектированию систем автоматизированного электропривода и схем автоматики.
2 (неудовлетворительно)	Выявлена неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора, а также незнание значительной части материала. Практическая часть выполнена с многочисленными существенными ошибками, пояснения отсутствуют

3.4 Содержание государственного экзамена

3.4.1 Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

№ п/п	Формулировки вопросов
1	Т и Г-образные схемы замещения фазы асинхронного двигателя. Область применения схемы замещения при анализе работы двигателя.
2	Необходимость ограничения промежуточных координат САР. Структурная реализация регуляторов с ограничением выходного сигнала.
3	Оценка качества работы системы автоматического регулирования по переходной характеристике.
4	Логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики. Оценка устойчивости и быстродействия системы автоматического регулирования по логарифмическим частотным характеристикам
5	Стандартные настройки регуляторов. Критерии выбора структурной схемы регулятора.
6	Принцип подчиненного регулирования, его достоинство и недостатки
7	Построение структурных схем по системе дифференциальных уравнений. Динамическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
8	Понятие о передаточной функции. Переход от дифференциального уравнения к передаточной функции.
9	Инверторы тока ведомые сетью. Назначение, принцип действия, характеристики.
10	Структурные схемы электроприводов по схеме тиристорный преобразователь – двигатель при раздельном и согласованном способы управления двухкомплектными тиристорными преобразователями. Электромеханические характеристики при согласованном и раздельном способах управления.
11	Электромеханические и механические характеристики электропривода при двухквadrантном и четырёхквadrантном преобразователе. Критерии выбора четырёхквadrантного преобразователя.
12	Параметрическое регулирование скорости электропривода постоянного и переменного тока.
13	Выводы и анализ уравнений статических электромеханической и механической характеристик электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Естественные и искусственные характеристики.
14	Проверка двигателя на нагрев. Перегрузочная способность двигателя по моменту и по току.
15	Режим работы оборудования (S1,S2,S3...). Повторность включения (ПВ). Нагрузочные диаграммы механизма и электропривода. Критерии выбора двигателя.
16	Уравнения движения электропривода с постоянным и переменным моментом инерции. Приведение моментов (сил), моментов инерции (масс) к оси двигателя.
17	Энергосбережение средствами электропривода. Энергоэффективные двигатели.
18	Достоинства и недостатки вентильного электропривода.
19	Входные и выходные дроссели. Входные и выходные фильтры, Обоснование выбора входных и выходных дросселей и фильтров.
20	Области применения динамических моделей асинхронного двигателя в неподвижной системе координат и во вращающейся системе координат с ориентацией на вектор потокосцепления ротора.
21	Необходимость использования тормозного резистора. Критерии необходимости использования рекуператора энергии в сеть.
22	Достоинства частотного векторного управления асинхронного электропривода со стабилизацией потокосцепления ротора.
23	Назначение и функциональные схемы преобразователей частоты. Алгоритм построения системы управления силовыми ключами автономного инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией по синусоидальному закону.
24	Частотное (скалярное) регулирование скорости асинхронного электропривода. Законы оптимального управления М.П. Костенко.
25	Алгоритм вывода уравнений механических характеристик (формулы Клосса) маломощных и мощных асинхронных двигателей. График механической характеристики асинхронного двигателя, её анализ. Область применения механической характеристики при анализе работы двигателя.
26	Т и Г-образные схемы замещения фазы асинхронного двигателя. Область применения схемы замещения при анализе работы двигателя.
27	Необходимость ограничения промежуточных координат САР. Структурная реализация регуляторов с ограничением выходного сигнала.
28	Оценка качества работы системы автоматического регулирования по переходной характеристике.
29	Логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики. Оценка устойчивости и быстродействия системы автоматического регулирования по логарифмическим частотным характеристикам

30	Стандартные настройки регуляторов. Критерии выбора структурной схемы регулятора.
31	Принцип подчиненного регулирования, его достоинство и недостатки
32	Построение структурных схем по системе дифференциальных уравнений. Динамическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
33	Понятие о передаточной функции. Переход от дифференциального уравнения к передаточной функции.
34	Инверторы тока ведомые сетью. Назначение, принцип действия, характеристики.
35	Структурные схемы электроприводов по схеме тиристорный преобразователь – двигатель при раздельном и согласованном способы управления двухкомплектными тиристорными преобразователями. Электромеханические характеристики при согласованном и раздельном способах управления.
36	Электромеханические и механические характеристики электропривода при двухквadrантном и четырёхквadrантном преобразователе. Критерии выбора четырёхквadrантного преобразователя.
37	Параметрическое регулирование скорости электропривода постоянного и переменного тока.
38	Выводы и анализ уравнений статических электромеханической и механической характеристик электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Естественные и искусственные характеристики.
39	Проверка двигателя на нагрев. Перегрузочная способность двигателя по моменту и по току.
40	Режим работы оборудования (S1,S2,S3...). Повторность включения (ПВ). Нагрузочные диаграммы механизма и электропривода. Критерии выбора двигателя.
41	Уравнения движения электропривода с постоянным и переменным моментом инерции. Приведение моментов (сил), моментов инерции (масс) к оси двигателя.
42	Энергосбережение средствами электропривода. Энергоэффективные двигатели.
43	Достоинства и недостатки вентильного электропривода.
44	Входные и выходные дроссели. Входные и выходные фильтры, Обоснование выбора входных и выходных дросселей и фильтров.
45	Области применения динамических моделей асинхронного двигателя в неподвижной системе координат и во вращающейся системе координат с ориентацией на вектор потокосцепления ротора.
46	Необходимость использования тормозного резистора. Критерии необходимости использования рекуператора энергии в сеть.
47	Достоинства частотного векторного управления асинхронного электропривода со стабилизацией потокосцепления ротора.
48	Назначение и функциональные схемы преобразователей частоты. Алгоритм построения системы управления силовыми ключами автономного инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией по синусоидальному закону.
49	Частотное (скалярное) регулирование скорости асинхронного электропривода. Законы оптимального управления М.П. Костенко.
50	Алгоритм вывода уравнений механических характеристик (формул Клосса) маломощных и мощных асинхронных двигателей. График механической характеристики асинхронного двигателя, её анализ. Область применения механической характеристики при анализе работы двигателя.
51	Т и Г-образные схемы замещения фазы асинхронного двигателя. Область применения схемы замещения при анализе работы двигателя.
52	Необходимость ограничения промежуточных координат САП. Структурная реализация регуляторов с ограничением выходного сигнала.
53	Оценка качества работы системы автоматического регулирования по переходной характеристике.
54	Логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики. Оценка устойчивости и быстродействия системы автоматического регулирования по логарифмическим частотным характеристикам
55	Стандартные настройки регуляторов. Критерии выбора структурной схемы регулятора.
56	Принцип подчиненного регулирования, его достоинство и недостатки
57	Построение структурных схем по системе дифференциальных уравнений. Динамическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
58	Понятие о передаточной функции. Переход от дифференциального уравнения к передаточной функции.
59	Инверторы тока ведомые сетью. Назначение, принцип действия, характеристики.

60	Структурные схемы электроприводов по схеме тиристорный преобразователь – двигатель при раздельном и согласованном способы управления двухкомплектными тиристорными преобразователями. Электромеханические характеристики при согласованном и раздельном способах управления.
61	Электромеханические и механические характеристики электропривода при двухквadrантном и четырёхквadrантном преобразователе. Критерии выбора четырёхквadrантного преобразователя.
62	Параметрическое регулирование скорости электропривода постоянного и переменного тока.
63	Выводы и анализ уравнений статических электромеханической и механической характеристик электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Естественные и искусственные характеристики.
64	Проверка двигателя на нагрев. Перегрузочная способность двигателя по моменту и по току.
65	Режим работы оборудования (S1,S2,S3...). Повторность включения (ПВ). Нагрузочные диаграммы механизма и электропривода. Критерии выбора двигателя.
66	Уравнения движения электропривода с постоянным и переменным моментом инерции. Приведение моментов (сил), моментов инерции (масс) к оси двигателя.
67	Энергосбережение средствами электропривода. Энергоэффективные двигатели.
68	Достоинства и недостатки вентильного электропривода.
69	Входные и выходные дроссели. Входные и выходные фильтры, Обоснование выбора входных и выходных дросселей и фильтров.
70	Области применения динамических моделей асинхронного двигателя в неподвижной системе координат и во вращающейся системе координат с ориентацией на вектор потокосцепления ротора.
71	Необходимость использования тормозного резистора. Критерии необходимости использования рекуператора энергии в сеть.
72	Достоинства частотного векторного управления асинхронного электропривода со стабилизацией потокосцепления ротора.
73	Назначение и функциональные схемы преобразователей частоты. Алгоритм построения системы управления силовыми ключами автономного инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией по синусоидальному закону.
74	Частотное (скалярное) регулирование скорости асинхронного электропривода. Законы оптимального управления М.П. Костенко.
75	Алгоритм вывода уравнений механических характеристик (формул Клосса) маломощных и мощных асинхронных двигателей. График механической характеристики асинхронного двигателя, её анализ. Область применения механической характеристики при анализе работы двигателя.

3.4.2 Варианты типовых контрольных заданий, выносимых на государственный экзамен

1) Алгоритм синтеза электропривода центробежного насоса. Исходные данные: тип насоса, паспортные данные насоса (номинальные значения напора и расхода, напорная характеристика, коэффициент полезного действия), техническое задание (продолжительность работы насоса). Решить: анализ технического задания (обоснование необходимости синтеза регулируемого электропривода, обоснование применения скалярного или векторного принципа управления асинхронным двигателем насоса, составление функциональной схемы электропривода).

2) Алгоритм синтеза электропривода механизма вертикального перемещения груза мостового (портального, козлового) крана. Исходные данные: тип крана, паспортные данные крана (номинальные значения грузоподъемность, скорость перемещения груза, допустимое ускорение), техническое задание (количество циклов работы электропривода в сутки). Решить: выбор силовых элементов электропривода (построение нагрузочных диаграмм механизма, выбор двигателя и обоснование необходимости замены редуктора, обоснование или опровержение необходимости выбора преобразователя с возможностью рекуперации энергии в сеть, анализ необходимости использования входных и выходных дросселей и фильтров).

3) Алгоритм синтеза электропривода общепромышленного механизма. Исходные данные: тип механизма паспортные данные механизма, техническое задание (продолжительность работы механизма). Решить: анализ технического задания, выбор силовых элементов механизма, составление функциональной схемы электропривода, расчет системы управления.

4 ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

4.1 Особенности проведения государственного экзамена для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Особенности проведения государственной аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья регламентируются разделом 7 локального нормативного акта СПбГУПТД «Положение о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования».

4.2 Порядок подачи и рассмотрения апелляций

Процедура апелляции по результатам государственных аттестационных испытаний регламентируется разделом 8 локального нормативного акта СПбГУПТД «Положение о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования».

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Новиков Ю. В., Скоробогатов П. К.	Основы микропроцессорной техники	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)	2016	http://www.iprbookshop.ru/52207.html
Черных И. В.	Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink	Саратов: Профобразование	2017	http://www.iprbookshop.ru/63804.html
В. И. Королёв	Системы управления электроприводом: учебно-методическое пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/1643314313.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Башлыков, А. М.	Силовая электроника	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2013	http://www.iprbookshop.ru/22933.html
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.2.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.pdf
Белоус, А. И., Ефименко, С. А., Турцевич, А. С.	Полупроводниковая силовая электроника	Москва: Техносфера	2013	http://www.iprbookshop.ru/31876.html
Колдаев, А. И.	Электрический привод	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2016	http://www.iprbookshop.ru/66135.html
Синюкова, Т. В., Синюков, А. В.	Электрические и электронные аппараты	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/74423.html
Н. С. Благодарный, Е. В. Хардинов	Теория автоматического управления. Анализ систем автоматического управления: практикум	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/1652836318.pdf
Е.В. Хардинов	Теория автоматического управления [Текст]: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/5.pdf
Дементьев, Ю. Н., Чернышев, А. Ю., Чернышев, И. А.	Электрический привод	Томск: Томский политехнический университет	2013	http://www.iprbookshop.ru/34739.html

5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
ГОСТ База стандартов. Общероссийский классификатор стандартов. Электротехника. [Электронный ресурс]. URL: <https://engeneqr.ru/oks/elektrotehnika>

5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional 2013

PTC Mathcad 15

AutoCADDDesign

Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для подготовки и сдачи государственного экзамена

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска