



---

---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**

---

---

Факультет энергетики и электроники

Кафедра «Промышленная электроника и электротехника»

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель приемной комиссии,  
ректор БГТУ  
О.Н. Федонин  
«01» июня 2020 г.



**ПРОГРАММА**  
**вступительных испытаний**  
**для поступающих на направление подготовки**  
**13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника,**  
**направленность (профиль) «Электрический привод и автоматика**  
**механизмов и технологических комплексов»**

Брянск 2020

Программа вступительных испытаний для поступающих на направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электрический привод и автоматика механизмов и технологических комплексов»

Разработали:

канд. тех. наук, доцент

  
\_\_\_\_\_/Пугачев А.А./

Программа вступительных испытаний рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Промышленная электроника и электротехника», протокол № 7 от 27.05.2020 г.

Заведующий кафедрой  
канд. тех. наук, доцент

  
\_\_\_\_\_/Пугачев А.А./

Начальник управления  
профориентации, подготовки  
и набора абитуриентов,  
ответственный секретарь  
приемной комиссии

  
\_\_\_\_\_/Высоцкий А.М./

© Пугачев А.А.  
© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание при приеме в магистратуру по направлению 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электрический привод и автоматика механизмов и технологических комплексов» (далее - магистратура) проводится ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» (далее – Университет, вуз, БГТУ) самостоятельно.

Вступительное испытание при приеме в магистратуру проводится на государственном языке Российской Федерации в форме междисциплинарного письменного экзамена.

Междисциплинарный письменный экзамен представляет собой испытание по профессионально ориентированным междисциплинарным проблемам. В основу экзаменационных вопросов положены квалификационные требования, предъявляемые к бакалаврам по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, определенные федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО).

Вступительные испытания могут проводиться:

1) при личном присутствии в Университете претендента на обучение в магистратуру (контактный формат);

2) при отсутствии в Университете претендента на обучение в магистратуру (дистанционный формат).

При контактном формате проведения вступительного испытания претендент лично присутствует на вступительном испытании, которое проводится в Университете в заранее определенной аудитории.

При невозможности присутствия в Университете претендента на обучение в магистратуру вступительное испытание полностью проводится с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (дистанционный формат).

Проведение вступительного испытания в дистанционном формате допускается в следующих случаях:

- при возникновении у абитуриента исключительных обстоятельств (уважительных причин), препятствующих его личному присутствию в Университете для прохождения вступительных испытаний;

- при нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в Университете.

К исключительным обстоятельствам, препятствующим абитуриенту лично присутствовать в Университете при прохождении вступительных испытаний, относится, при наличии подтверждающих документов, состояние здоровья для абитуриентов-инвалидов и абитуриентов с ограниченными возможностями здоровья.

Нормативно-правовое установление особого режима работы Университета, обусловленное чрезвычайной ситуацией или режимом повышенной готовности

техногенного, биологического, экологического или иного характера, регулируется нормативно-правовым актом учредителя Университета или высшего должностного лица субъекта Российской Федерации и делает невозможным контактный формат проведения вступительного испытания в Университет.

Решение о формате прохождения абитуриентом вступительного испытания принимает приемная комиссия Университета.

При нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в Университете при прохождении вступительного испытания, решение о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (в дистанционном формате) принимается единообразно для всех абитуриентов.

Формат проведения вступительного испытания доводится до сведения абитуриента заблаговременно.

При проведении междисциплинарного письменного экзамена Университетом могут использоваться следующие дистанционные технологии: электронная информационно-образовательная среда вуза, видеоконференц-связь, электронная почта, компьютерное тестирование.

## **2. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В КОНТАКТНОМ ФОРМАТЕ**

Длительность проведения вступительного испытания в контактном формате - 2 астрономических часа (120 минут).

Экзаменационный билет содержит 3 вопроса. Перечень вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах, представлен в п. 4 настоящей программы.

За отведенное время абитуриент должен представить письменные развернутые ответы на каждый вопрос экзаменационного билета. Ответы абитуриент записывает на бланке приемной комиссии Университета, который он получает вместе с экзаменационным билетом.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале (100 баллов).

За ответы на вопросы экзаменационного билета может быть начислено:

- за ответ на первый вопрос билета (вопрос из раздела «Теория электропривода» из п. 3 настоящей программы) – до 35 баллов;
- за ответ на второй вопрос билета (вопрос из раздела «Системы управления электроприводов» п. 3 настоящей программы) – до 35 баллов;
- за ответ на третий вопрос билета (вопрос из раздела «Основы преобразовательной, микропроцессорной техники, элементы систем автоматики» п. 3 настоящей программы) – до 30 баллов.

Применяются критерии оценки знаний, представленные в таблице 1.

Методика выставления оценки базируется на совокупной оценке всех членов экзаменационной комиссии, сформированной на основе независимых оценок каждого члена комиссии. Итоговая оценка абитуриента за вступительный междисциплинарный экзамен рассчитывается как сумма полученных баллов за ответы на все вопросы экзаменационного билета.

Минимальная положительная оценка для аттестации по экзамену - 40 баллов, максимальная оценка – 100 баллов.

После проверки результатов междисциплинарного письменного экзамена комиссия может провести индивидуальное собеседование с абитуриентом для уточнения отдельных положений в рамках вопросов билета.

Обнаружение у абитуриента несанкционированных экзаменационной комиссией учебных и методических материалов, пользование любыми средствами передачи информации (электронными средствами связи) является основанием для принятия решения о выставлении оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного междисциплинарного экзамена («0» по 100-балльной шкале), вне зависимости от того, были ли использованы указанные материалы (средства) при подготовке ответа.

**Таблица 1 - Критерии оценивания знаний абитуриента при проведении вступительного междисциплинарного письменного экзамена**

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
<b>Вопрос 1..2</b>	
29-35	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют свободное владение студентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %;</li> <li>- на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
21-28	<ul style="list-style-type: none"> <li>- средний уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют владение студентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70–89%;</li> <li>- на 70 – 89% продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
14-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низкий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы выявляют владение студентом теоретическим материалом на 50 – 69 %;</li> <li>- на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал;</li> <li>- отсутствие у студента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие,</li> </ul>

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.
0-13	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы характеризуют владение студентом теоретическим материалом менее, чем на 50%;</li> <li>- ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у студента осведомленности по теме;</li> <li>- отсутствие у студента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
<b>Вопрос 3</b>	
25-30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют свободное владение студентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %;</li> <li>- на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи</li> </ul>
18-24	<ul style="list-style-type: none"> <li>- средний уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют владение студентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70 – 89 %;</li> <li>- на 70 – 89 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
12-17	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низкий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы выявляют владение студентом теоретическим материалом на 50 – 69 %;</li> <li>- на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал;</li> <li>- отсутствие у студента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.</li> </ul>
0-11	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы характеризуют владение студентом теоретическим материалом менее, чем на 50%;</li> <li>- ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у студента осведомленности по теме;</li> <li>- отсутствие у студента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать</li> </ul>

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.

### **3. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ**

Вступительное испытание в дистанционном формате, как правило, проводится в виде компьютерного тестирования с использованием технологии видеоконференцсвязи для идентификации личности абитуриента в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) БГТУ. Доступ к ресурсам и технологиям ЭИОС БГТУ осуществляется абитуриентом через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет.

Длительность проведения вступительного испытания в дистанционном формате определяется заранее и фиксируется в ЭИОС БГТУ.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале (100 баллов), т.е. максимальная оценка – 100 баллов.

Компьютерный тест содержит фиксированное количество вопросов.

Правильное выполнение каждого тестового задания оценивается определенным количеством баллов. При неполном (частичном) выполнении тестового задания сумма баллов за него пропорционально уменьшается с математическим округлением до целого числа баллов. При неправильном выполнении или невыполнении тестового задания, баллы за него не начисляются.

Общая сумма набранных баллов за правильные ответы является балльной оценкой результата сдачи абитуриентом вступительного испытания.

Основные параметры компьютерного теста, применяемого для аттестации абитуриента по вступительному испытанию для поступления в магистратуру, приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Параметры компьютерного теста, применяемого для аттестации абитуриента по вступительному испытанию для поступления в магистратуру по направлению 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электрический привод и автоматика механизмов и технологических комплексов»**

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения
1.	Количество вопросов (тестовых заданий) в тесте	50	штуки
2.	Минимальное количество баллов для аттестации по вступительному испытанию	40	баллы

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения
3.	Максимальное количество баллов	100	баллы
4.	Время, отведенное на прохождение теста	60	минуты

Набор тестовых заданий формируется индивидуально для каждого абитуриента в ЭИОС Университета автоматически. При этом, по каждому вопросу из перечня вопросов, выносимых на вступительные испытания (см п. 4 программы) может содержаться несколько тестовых заданий различных видов (см п. 6 программы).

Вступительное испытание в форме компьютерного тестирования проводится с применением технологии видеоконференции в режиме реального времени и может быть записано техническими средствами Университета.

Информация о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, а также о дате, времени и способе выхода на связь для его прохождения доводится до абитуриента путем размещения информации в личном кабинете абитуриента, а также, в случае необходимости, по другим доступным каналам связи (посредством передачи по электронной почте, СМС-уведомлением, путем объявления на официальном сайте вуза в сети Интернет и др.).

Абитуриент самостоятельно технически оснащает и настраивает свое индивидуальное автоматизированное рабочее место, которое должно содержать следующие технические средства:

- персональный компьютер, подключенный к информационно-коммуникационной сети Интернет;
- web-камеру, подключенную к персональному компьютеру и направленную на абитуриента, обеспечивающую передачу видеозображения или аудиовидеоинформации;
- комплект акустического оборудования (микрофон и звуковые колонки или только звуковые колонки в случае передачи web-камерой аудиоинформации), обеспечивающего обмен аудиоинформацией между абитуриентом и членами приемной комиссии Университета.

Доступ к ЭИОС Университета абитуриент получает после подачи заявления о приеме с приложением необходимых документов в приемную комиссию Университета и допуска к прохождению вступительных испытаний.

Университет, при необходимости, силами работников приемной комиссии оказывает консультационную поддержку абитуриента по техническим вопросам подключения индивидуального автоматизированного рабочего места абитуриента к ЭИОС Университета.

Университет, в процессе проведения компьютерного тестирования, может применять систему мониторинга процесса прохождения вступительных испытаний абитуриентом (прокторинга). В случае применения Университетом

системы прокторинга абитуриент информируется об этом до начала прохождения процедуры сдачи вступительного испытания.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания является материалом для служебного пользования, оглашение которого возможно только по письменному разрешению председателя приемной комиссии Университета, в том числе, в случае подачи абитуриентом апелляции.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания наряду с результатами компьютерного тестирования, рассматривается Приемной комиссией Университета при вынесении решения о результатах сдачи абитуриентом вступительного испытания и/или апелляционной комиссией Университета в случае подачи абитуриентом апелляции.

Процедуре прохождения абитуриентом компьютерного тестирования предшествует процедура идентификации его личности, которая осуществляется путем демонстрации абитуриентом на web-камеру разворота документа, удостоверяющего его личность и содержащего фотографию, фамилию, имя, отчество (при наличии) абитуриента и позволяющего четко сличить фотографию на документе с транслируемым видеоизображением абитуриента.

Если абитуриент отказался подтвердить согласие с правилами прохождения вступительных испытаний и/или согласие на обработку персональных данных и/или не прошел процедуру идентификации личности, дальнейшие действия абитуриента по прохождению вступительного испытания невозможны, вступительное испытание считается не начатым, а по истечении сроков его прохождения – не пройденным (0 баллов).

При прохождении компьютерного тестирования, абитуриент **обязан**:

- не передавать реквизиты доступа к своей учетной записи в ЭИОС Университета третьим лицам;

- обеспечить необходимые условия для работы индивидуального автоматизированного рабочего места, в том числе достаточный уровень освещенности, низкий уровень шума, отсутствие помех передаче видео и аудио сигналов;

- использовать для идентификации оригинал документа, удостоверяющего его личность, с фотографией;

- не покидать зону видимости камеры в течение всего процесса тестирования;

- не отключать микрофон и не снижать его уровень чувствительности к звуку;

- использовать в составе индивидуального автоматизированного рабочего места только одно средство вывода изображения (монитор, телевизионная панель и др.), одну клавиатуру, один манипулятор (компьютерную мышь, трекпойнт и др.);

- не привлекать на помощь третьих лиц, не отвлекаться на общение с третьими лицами и не предоставлять доступ к компьютеру посторонним лицам;

- не использовать справочные материалы, представленные на различных носителях (книги, записи в бумажном и электронном видах и др.), электронные устройства, не входящие в состав автоматизированного рабочего места (мобильные телефоны, планшеты и др.), дополнительные мониторы и компьютерную технику, не открывать вкладки поисковых систем браузера (Яндекс, Google и др).

Выявление экзаменационной комиссией, в том числе, с применением системы прокторинга, нарушений абитуриентом указанных выше обязательств в процессе сдачи вступительного испытания, является основанием для принятия экзаменационной комиссией решения о снижении оценки или выставлении абитуриенту оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале).

В случае сбоев в работе оборудования и (или) канала связи на протяжении более 10 минут со стороны поступающего, прохождение вступительного испытания им прекращается, о чем составляется акт.

В течение рабочего дня проведения вступительного испытания поступающий должен проинформировать Приемную комиссию Университета (телефон, электронная почта) о причине сбоя со своей стороны. Обращение рассматривается Приемной комиссией в течение 1 рабочего дня и принимается решение о признании причины сбоя уважительной или не уважительной. При необходимости у поступающего могут быть запрошены документы, подтверждающие причину сбоя (болезнь, чрезвычайная ситуация, стихийное бедствие, отсутствие электричества, иные обстоятельства). При наличии уважительной причины сбоя со стороны обучающегося, а также в случае, если сбой произошел со стороны Университета, поступающему предоставляется возможность пройти вступительное испытание в резервный день (резервное время) в соответствии с расписанием.

В случае невыхода поступающего на связь в течение 15 минут или более с начала проведения вступительного испытания, он считается неявившимся, при этом поступающему предоставляется возможность пройти вступительное испытание в резервный день в соответствии с расписанием.

Все спорные случаи рассматриваются Приемной комиссией Университета в индивидуальном порядке.

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ В ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ**

##### ***Раздел «Теория электропривода»***

1. Составьте эквивалентную схему механической части ЭП, содержащей электродвигатель, редуктор и подъемную лебедку, и определите параметры ее элементов, приведенных к валу электродвигателя.

2. Составьте и поясните структурную схему модели механической части ЭП, содержащей упругую связь вала двигателя с рабочим органом.

3. Изобразите естественную и искусственные статические механические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.

Укажите условия их реализации и режимы работы электрической машины, соответствующие отдельным участкам характеристик.

4. Составьте структурную схему модели двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Поясните параметры модели.

5. Изобразите естественную и искусственные статические механические характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором при постоянной частоте напряжения статора. Укажите условия их реализации и режимы работы электрической машины, соответствующие отдельным участкам характеристик.

6. Изобразите статические механические характеристики частотнорегулируемого асинхронного двигателя при различных типовых способах частотного управления. Укажите режимы работы электрической машины, соответствующие отдельным участкам характеристик.

7. Составьте структурную схему модели асинхронного короткозамкнутого двигателя без учета электромагнитных переходных процессов и при постоянстве частоты напряжения статора. Поясните параметры модели.

8. Составьте структурную схему полной модели асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при подключении обмотки статора к управляемому источнику тока. Поясните параметры модели.

9. Составьте структурную схему полной модели синхронного (вентильного) двигателя с возбуждением от постоянных магнитов при подключении обмотки статора к управляемому источнику напряжения. Поясните параметры модели.

10. Изобразите статические механические характеристики двигателя двойного питания при различных параметрах добавочного напряжения ротора. Поясните процесс преобразования энергии, соответствующий отдельным участкам характеристик.

11. Поясните принцип асинхронного вентильного каскада с однозонным регулированием скорости. Приведите механические характеристики каскада и

12. Укажите принципы построения электроприводов позиционирования. Каким требованиям должен удовлетворять электропривод для реализации каждого из них?

13. Поясните способы повышения точности дискретного позиционирования электропривода. С помощью каких средств они реализуются в электроприводах постоянного и переменного тока?

14. Какие факторы влияют на потерю энергии в электродвигателях при переходных режимах? Дайте сравнительную оценку потерь энергии в двигателях постоянного и переменного тока.

15. Поясните особенности выбора электродвигателя, включая его мощность, при работе с ударной нагрузкой.

16. Укажите и поясните способы регулирования скорости электродвигателей постоянного и переменного тока, обеспечивающие постоянство допустимого момента нагрузки.

17. Укажите и поясните способы регулирования скорости электродвигателей постоянного и переменного тока, обеспечивающие постоянство допустимой мощности нагрузки.

18. Укажите и поясните показатели качества управления координатами электропривода в установившемся и переходном режимах, обусловленных изменением задания. 1

9. Укажите и поясните показатели качества управления координатами электропривода в установившемся и переходном режимах, обусловленных изменением нагрузки.

20. Укажите и поясните показатели качества, характеризующие позиционный электропривод при работе в режиме слежения.

### ***Раздел «Системы управления электроприводов»***

1. Как решается задача оптимизации цифрового контура тока системы управления ЭП постоянного тока с учетом дискретности преобразователя в цепи якоря?

2. Поясните порядок синтеза систем логического управления электроприводом на бесконтактных элементах с использованием графа дискретного (конечного) автомата.

3. Составьте структурную схему одного из вариантов векторного управления асинхронным электроприводом. Поясните назначение элементов схемы и укажите требования к их параметрам.

4. Как дискретность и квантованность сигналов влияет на динамические и статические свойства электропривода с цифровой системой управления? Укажите критерии минимизации этого влияния.

5. Составьте структурную схему системы модального управления скоростью электропривода постоянного тока с безынерционным преобразователем в цепи якоря. Каким образом в такой системе обеспечивается ограничение тока якоря в установившихся и переходных режимах?

6. Составьте структурную схему системы управления ЭП постоянного тока с преобразователем в цепи якоря, обеспечивающей формирование семейства статических характеристик с повышенной жесткостью при рабочих нагрузках и ограничением момента в установившихся режимах работы. Как параметры системы связаны с параметрами характеристик?

7. Синтезируйте систему подчиненного регулирования координат ЭП постоянного тока с малоинерционным преобразователем в цепи якоря, оптимизированную для программного управления скоростью.

8. Синтезируйте систему подчиненного регулирования координат ЭП постоянного тока с малоинерционным преобразователем в цепи якоря, оптимизированную для отработки возмущений со стороны нагрузки.

9. Какие факторы необходимо учитывать при синтезе систем управления скоростью электроприводов с малоинерционными двигателями? Сформулируйте требования к соответствующим параметрам системы.

10. Составьте структурную схему системы управления скоростью ЭП постоянного тока по каналу возбуждения при питании якоря от источника тока. Сформулируйте требования к параметрам элементов схемы.

11. Представьте возможные варианты структуры системы управления скоростью электропривода, содержащего упругую связь двигателя с рабочим органом при слабом внешнем демпфировании упругих колебаний. Поясните условия применения этих вариантов.

12. Составьте структурную схему системы частотно-токового управления синхронным (вентильным) двигателем с возбуждением от постоянных магнитов. Поясните назначение элементов схемы и укажите требования к их параметрам.

13. Приведите типовую структурную схему системы управления следящим ЭП с объектом слежения. С помощью каких дополнительных элементов можно уменьшить ошибку в режимах слежения и стопорения?

14. Приведите функциональную схему системы стабилизации скорости асинхронного ЭП с регулятором напряжения статора. Поясните порядок синтеза и оцените динамические свойства такой системы.

15. Составьте функциональную схему системы стабилизации скорости и ограничения момента асинхронного электропривода с импульсным регулятором добавочного сопротивления в цепи ротора. Укажите типовые настройки соответствующих контуров управления.

16. Представьте типовую структуру системы двухзонного управления скоростью ЭП постоянного тока. Поясните реакцию системы на возмущения со стороны нагрузки в обеих зонах скоростей.

17. Приведите типовую структурную схему оптимального по быстродействию позиционного ЭП. Поясните назначение элементов схемы и сформулируйте требования к их параметрам.

18. С какой целью в системах управления электроприводов применяют наблюдающие устройства? Поясните структуру и порядок синтеза наблюдающего устройства и требования к его параметрам.

19. Классифицируйте адаптивные системы управления, применяемые в электроприводе. Приведите и поясните структурную схему системы управления скоростью ЭП с эталонной моделью.

20. Поясните особенности структуры системы управления скоростью быстродействующих электроприводов с высокомоментными двигателями постоянного тока.

21. Классифицируйте системы частотного управления асинхронным электроприводом. Каковы задачи управления, решаемые системами каждого из классов, и их функциональный состав?

22. Составьте структуру нечеткого регулятора и поясните алгоритм его функционирования в составе системы управления позиционным электроприводом.

23. Поясните математическое описание цифровых регуляторов и их частотные свойства. В чем различие аппаратного и программного способов реализации цифровых регуляторов?

24. Поясните порядок синтеза релейно-контакторных систем логического управления электроприводом на основе графа дискретного (конечного) автомата.

25. Поясните принцип нечеткого управления и укажите критерии его эффективности при управлении электроприводами.

26. Какие задачи решают с помощью систем логического (дискретного) управления электроприводов? Классифицируйте данные системы по назначению и элементной базе.

27. Поясните порядок синтеза цифрового контура с использованием дискретных передаточных функций.

28. Поясните порядок синтеза цифрового контура управления по его аналоговому прототипу. Каковы условия применимости данного метода?

***Раздел «Основы преобразовательной, микропроцессорной техники, элементы систем автоматики»***

1. Поясните функционирование микропроцессорной системы в режиме многозадачности и реального времени на примере устройства управления ПЧ асинхронного электропривода.

2. Поясните особенности применения ШИП с нагрузкой в виде якоря ДПТ и первичным источником электроэнергии в виде сети переменного тока. Какие режимы коммутации силовых ключей применяются в реверсивном ШИП?

3. Классифицируйте интегральные запоминающие устройства и укажите их основные параметры. Какие типы микросхем памяти используются в микропроцессорных системах?

4. Поясните устройство и принцип действия трехфазного автономного инвертора напряжения. Какие алгоритмы микропроцессорного управления таким преобразователем применяются в электроприводе?

5. Поясните принцип действия тиристорного преобразователя с нагрузкой в виде якоря ДПТ в выпрямительном и инверторном режимах. Дайте сравнительную оценку основных схем, применяемых в электроприводе.

6. Классифицируйте входные и выходные сигналы микропроцессорных систем управления. Какие типовые модули ввода-вывода содержит такая система?

7. Укажите электронную базу и поясните схемотехнику типовых нелинейных преобразователей аналоговых сигналов: перемножителя, делителя, ограничителя и вычислителя модуля.

8. Укажите элементную базу логических устройств комбинационного типа в составе дискретной логической системы управления. Как тип элементной базы влияет на процесс синтеза устройства?

9. Поясните устройство и принцип действия реверсивных тиристорных преобразователей с нагрузкой в виде якоря ДПТ. Как осуществляется управление такими преобразователями и как способ управления влияет на статические и динамические характеристики электропривода?

10. Укажите состав аппаратных средств и поясните алгоритм функционирования микропроцессорной системы, обеспечивающей обработку аналоговых сигналов.

11. Укажите состав инструментальных средств, используемых для программирования микропроцессорных систем, и поясните их назначение.

12. Классифицируйте датчики электрических величин, применяемые в СУ электроприводов. Поясните принцип их действия и укажите основные параметры.

13. Поясните схемотехнику регуляторов в составе аналоговой системы управления. Как реализуется функция ПИД-регулятора с помощью микропроцессорной системы?

14. Укажите критерии выбора типа микропроцессора (микроконтроллера) для построения СУ электропривода. Каковы параметры и функциональные возможности современных микроконтроллеров?

15. Поясните устройство и принцип действия ЦАП. Укажите типы и основные параметры ЦАП, применяемые в СУ электроприводов.

16. Изобразите схему тиристорного регулятора напряжения статора асинхронного двигателя. Поясните принцип его действия, структуру управляющего устройства и особенности статических характеристик.

17. Поясните функциональный состав и принцип действия промышленного контроллера. Какие языки программирования используются для промышленных контроллеров?

18. Укажите элементную базу устройства памяти в составе дискретной логической системы управления. Как тип памяти влияет на процесс синтеза системы?

19. Поясните принцип действия НПЧ и структуру управляющего устройства преобразователя с нагрузкой в виде асинхронного двигателя. Каковы недостатки НПЧ по сравнению с преобразователем инверторного типа?

20. Поясните устройство и принцип действия «битового процессора». Как на его базе реализовать систему дискретного логического управления электроприводом?

21. Классифицируйте датчики скорости, применяемые в СУ электроприводов. Поясните принцип их действия и укажите основные параметры.

22. Дайте характеристику интерфейсам, применяемым в микропроцессорной системе для связи между отдельными модулями, а также интерфейсам, с помощью которых обеспечивается взаимодействие микропроцессорных систем, относящихся к различным уровням управления.

23. Поясните устройство преобразователя частоты инверторного типа для ЭП переменного тока. Как осуществляется в нем регулирование выходного напряжения и как реализуется режим генераторного торможения?

24. Классифицируйте АЦП по принципу действия и поясните их структуру. Дайте сравнительную характеристику АЦП различных типов.

25. Поясните схему и принцип действия широтно-импульсного преобразователя для регулирования напряжения на якоре ДПТ. Каким образом

на базе микроконтроллера реализуется устройство управления таким преобразователем?

26. Классифицируйте датчики положения и углового рассогласования, применяемые в системах управления электроприводов. Поясните принцип их действия и укажите основные параметры.

27. Укажите программные и аппаратные средства, необходимые для отладки микропроцессорных систем, и поясните сам процесс отладки.

28. Укажите состав аппаратных средств и поясните алгоритм функционирования микропроцессорной системы, обеспечивающей формирование сигнала заданной формы.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная литература.*

1. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов: учеб. для студ. высш. учеб. заведений/ В. М. Терехов, О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова. – М.: Академия, 2005. – 304 с.

2. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / под ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – Т.2 – 688 с.

3. Справочник по автоматизированному электроприводу/ под ред. В. А. Елисеева, А. В. Шинянского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с. Монаков, А.А. Математическое моделирование радиотехнических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 148 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76276>. — Загл. с экрана.

4. Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учеб. для вузов/ Г. Г. Соколовский. – М.: Академия, 2006. – 272 с.

5. Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68463>. — Загл. с экрана.

### *Дополнительная литература.*

1. Яуре, А. Г. Крановый электропривод: справочник/ А. Г. Яуре, Е. М. Певзнер. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 344 с.

2. Рысин Ю.С. Основы электробезопасности [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавров технических направлений подготовки / Ю.С. Рысин, С.Л. Яблочников. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 75 с. — 978-5-4486-0273-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73623.html>

3. Горденко Д.В. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : практикум / Д.В. Горденко, В.И. Никулин, Д.Н. Резеньков. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 123 с. — 978-5-4486-0082-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70291.html>

4. Сипайлова Н.Ю. Основы проектирования электротехнических изделий. Вопросы расчета электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Н.Ю. Сипайлова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 167 с. — 978-5-4488-0025-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66396.html>
5. Дементьев Ю.Н. Электротехника и электроника. Электрический привод [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Ю.Н. Дементьев, А.Ю. Чернышев, И.А. Чернышев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 223 с. — 978-5-4488-0144-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66403.html>
6. Электрические аппараты [Электронный ресурс] : методические указания к практическим работам / . — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 13 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57625.html>
7. Путинцев Н.Н. Автоматизированный электропривод [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н.Н. Путинцев, А.М. Бородин, В.Т. Сысенко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 80 с. — 978-5-7782-2442-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45355.html>
8. Симаков Г.М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.М. Симаков. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 103 с. — 978-5-7782-2400-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45354.html>
9. Крутов А.В. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Крутов, Э.Л. Кочетова, Т.Ф. Гузанова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 376 с. — 978-985-503-580-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67742.html>
10. Кремлев, А.С. Проектирование систем интеллектуального управления домашней автоматикой. Элементы теории и практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.С. Кремлев, А.В. Титов, А.Н. Щукин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 96 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71017>. — Загл. с экрана.
11. Аполлонский, С.М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96241>. — Загл. с экрана
12. Жмудь В.А. Измерительные элементы автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Жмудь. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 72 с. — 978-5-7782-2125-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45373.html>
13. Пинигин К.Ю. Микроконтроллерные устройства автоматики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / К.Ю. Пинигин, В.А.

Жмудь. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 96 с. — 978-5-7782-2120-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45396.html>

14. Усольцев А.А. Электрический привод [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Усольцев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 242 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65386.html>

15. Кувшинов А.А. Теория электропривода. Часть 3. Переходные процессы в электроприводе [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Кувшинов, Э.Л. Греков. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 114 с. — 978-5-7410-1731-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71338.html>

16. Ключев, В.И. Теория электропривода: учеб. Для вузов / В.И. Ключев. - М.: Академия, 1998. – 604 с.

17. Браславский, И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков. – М.: Академия, 2004. – 202 с.

18. Епифанов, А.П. Электропривод [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гушинский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3812>. — Загл. с экрана

19. Ким Д.П. Теория автоматического управления: учеб. пособие для вузов: в 2 т.т. 1: линейные системы / Д.П. Ким. - Изд. 2-е, испр. и доп. . М.: Физматлит, 2016.-312 с.

#### *Справочная литература.*

- ГОСТ 2.102-68 - ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.

- ГОСТ 2.104-68-ЕСКД. Основные надписи.

- ГОСТ 2.105-95-ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

- ГОСТ 2.106-96-ЕСКД. Текстовые документы.

- ГОСТ 2.108-68-ЕСКД. Спецификация.

- ГОСТ 2.109-73-ЕСКД. Основные требования к чертежам.

- ГОСТ 2.301-68-ЕСКД. Форматы.

- ГОСТ 2.302-68-ЕСКД. Масштабы.

- ГОСТ 2.303-68-ЕСКД. Линии.

- ГОСТ 2.305-63-ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения.

- ГОСТ 2.307-68-ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

- ГОСТ 2.309-73-ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей.

- ГОСТ 2.311-68-ЕСКД. Изображение резьбы.

- ГОСТ 2.313-82-ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.

- ГОСТ 2.721-74-ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.

- ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.

- ГОСТ 2.052-2006 ЕСКД Электронная модель изделия.
- ГОСТ 2.053-2006 ЕСКД. Электронная структура изделия. Общие положения
- ГОСТ 2.601-2006 - ЕСКД Эксплуатационные документы
- ГОСТ 2.610-2006 - Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.
- ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
- ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
- ГОСТ 3.1102-81 Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов.
- ГОСТ 3.1105-84 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения.
- ГОСТ 3.1404-86 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
- ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки.
- ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание.
- ГОСТ 7.9-95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация.

## **6. ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

### ***6.1. Пример тестового задания с одним вариантом ответа***

1. На основании каких электрических машин можно наиболее эффективно реализовать компенсацию реактивной мощности?

- а) двигатель постоянного тока;
- б) асинхронный двигатель;
- в) синхронный двигатель.

2. Какова зависимость между перегрузочной способностью (максимальным моментом  $M_{max}$ ) асинхронного двигателя и фазным напряжением обмотки статора  $U$ ?

- а)  $M_{max} \sim U$ ;
- б)  $M_{max} \sim 1/U$ ;
- в)  $M_{max} \sim U^2$ ;
- г)  $M_{max}$  не зависит от  $U$ .

### **6.2. Пример тестового задания с несколькими вариантами ответов**

1. Какому (каким) режимам работы соответствуют 2 и 4 квадранты механической характеристики двигателя?

- а) двигательный;
- б) динамическое торможение;
- в) рекуперация;
- г) торможение противовключением;
- д) холостой ход;
- е) короткое замыкание.

### **6.3. Пример тестового задания на установление соответствия**

Установите соответствие между наименованием и определением электропривода.

<b>№ п.п.</b>	<b>Метод обработки</b>	<b>Обозначение</b>	<b>Назначение метода</b>
1	Групповой электропривод	А	Электропривод, обеспечивающий движение одного исполнительного органа рабочей машины
2	Индивидуальный электропривод	Б	Электропривод с одним электродвигателем, обеспечивающий движение исполнительных органов нескольких рабочих машин или нескольких исполнительных органов одной рабочей машины;
3	Взаимосвязанный электропривод	В	Электропривод, содержащий несколько электродвигателей, механическая связь между которыми осуществляется через исполнительный орган рабочей машины
4	Многодвигательный электропривод	Г	Два или несколько электрически или механически связанных между собой электроприводов, при работе которых поддерживается заданное соотношение их скоростей и нагрузок и положения исполнительных органов рабочих машин;

### **6.4. Пример тестового задания на расчет**

1. Каков диапазон регулирования частоты вращения электропривода, если при моменте 100 Нм он развивает мощность 20 кВт, а при моменте 400 Нм – 5 кВт?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 4;
- г) 8;
- д) 16;
- е) 32.