

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Председатель приемной комиссии,  
ректор ВятГУ

В.Н. Пугач

Протокол заседания  
приемной комиссии  
от 30.09.2020 № 19

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ - ПРОГРАММЕ  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

13.06.01 ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНИКА  
(направленность «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ»)

СПЕЦИАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА, СООТВЕТСТВУЮЩАЯ НАПРАВЛЕННОСТИ  
(ПРОФИЛЮ) ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ  
**«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ»**

Киров  
2020

## **1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

Программа вступительного испытания предназначена для проведения приема на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 13.06.01 Электро- и теплотехника (направленность (профиль) Электрические машины и аппараты).

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

## **2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Цель вступительного испытания: оценка уровня сформированности компетенций поступающих на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 13.06.01 Электро- и теплотехника (направленность (профиль) Электрические машины и аппараты).

Задачи проведения вступительного испытания:

- оценка уровня полученных знаний, умений и навыков, необходимых для реализации профессиональных компетенций;
- выявление возможности реализации профессиональных компетенций;
- оценка способности применять полученные в ходе обучения знания, умения и навыки для решения практических задач, связанных с реализацией профессиональных компетенций.

Требования к поступающим, сдающим вступительное испытание: поступающий должен быть подготовлен к следующим видам деятельности: научно-исследовательская; организационно-управленческая; педагогическая; проектно-конструкторская; производственно-технологическая; поступающий должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности:

*научно-исследовательская:*

- анализ и синтез объектов профессиональной деятельности
- анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований
- разработка планов и программ проведения исследований
- создание математических моделей объектов профессиональной деятельности
- формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения зад

*организационно-управленческая:*

- адаптация современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов, осуществление технического контроля и управления качеством
- организация работы коллектива исполнителей, принятие управленческих решений в условиях различных мнений, организация повышения квалификации сотрудников подразделений в области профессиональной деятельности
- оценка производственных и непроизводственных затрат на обеспечение качества продукции, проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий

*педагогическая:*

– выполнение функций преподавателя при реализации образовательных программ в образовательных организациях

*проектно-конструкторская:*

– нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности

– оценка технико-экономической эффективности принимаемых решений

– планирование реализации проекта

– прогнозирование последствий принимаемых решений

– разработка и анализ обобщенных вариантов решения проблемы

*производственно-технологическая:*

– выбор методов и способов обеспечения экологической безопасности производства

– выбор оборудования и технологической оснастки

– оценка экономической эффективности технологических процессов, инновационно-технологических рисков при внедрении новых техники и технологий

– разработка мероприятий по эффективному использованию энергии и сырья

– разработка норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии.

К освоению программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования – специалитет или магистратура.

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

#### **Содержание разделов и тем вступительного испытания**

Программа вступительных испытаний содержит аттестационные требования, предъявляемые к знаниям лиц, поступающих в аспирантуру. Вступительные испытания проводятся в форме собеседования для оценки знаний выпускника по следующим дисциплинам в объеме, установленном государственным образовательным стандартом и основной образовательной программой подготовки специалистов:

- Электрические машины;
- Электрические и электронные аппараты;
- Специальные электрические машины.

#### **Примерный перечень вопросов вступительного испытания**

1. Энергетическая диаграмма генератора постоянного тока независимого возбуждения.
2. Способы пуска двигателей постоянного тока.
3. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока.
4. Механические и рабочие характеристики двигателей постоянного тока
5. Коммутация в машинах постоянного тока в случае, когда суммарная ЭДС в коммутируемом контуре не равна нулю.
6. Способы улучшения коммутации в машинах постоянного тока.
7. Принцип действия и конструкция одно- и трехфазных трансформаторов.
8. Уравнение трансформатора при синусоидальном изменении напряжения и тока. Векторная диаграмма.
9. Потери и условия максимума КПД в трансформаторе
10. ЭДС проводника при синусоидальном распределении индукции в воздушном зазоре.
11. ЭДС трехфазной обмотки с укороченным шагом.
12. Т-образная схема замещения асинхронной машины с вращающимся ротором.
13. Режим асинхронного двигателя и векторная диаграмма.
14. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
15. Рабочие характеристики асинхронного двигателя ( $n$ ,  $P_1$ ,  $I_1$ ,  $\cos \varphi$ ,  $\eta$ ,  $M_2 = f(P_2)$ ).

16. Характеристики синхронного генератора (внешние, регулировочные, U-образные). Влияние характера нагрузки на вид характеристик.
17. Электромагнитная мощность синхронного генератора. Условие статической устойчивости неявнополюсного и явнополюсного синхронного генератора. Предел статической перегружаемости.
18. Реакция якоря синхронного генератора при различных характерах нагрузки.
19. Принцип действия, конструкция, область применения, способы пуска синхронного двигателя.
20. Рабочие характеристики синхронного двигателя. ( $n$ ,  $p$ ,  $P_1$ ,  $I_1$ ,  $\cos \varphi$ ,  $\eta$ ,  $M_2 = f(P_2)$ ).
21. Электрическое сопротивление контактов. Переходное сопротивление электрического контакта и способы его уменьшения.
22. Сваривание контактов и их термическая стойкость.
23. Физические процессы в электрической дуге на контактах ЭА. ВАХ эл. дуги и способы её повышения.
24. Условия гашения дуги постоянного тока. Аналитическая и графическая формы записи условия. Способы выполнения условия.
25. Перенапряжения при гашении дуги постоянного тока. Причина перенапряжений. Способы снижения перенапряжений.
26. Условия гашения дуги переменного тока. Аналитическая и графическая формы записи условия. Способы выполнения условия.
27. Восстанавливающееся напряжение на контактах ЭА при отключении цепи переменного тока. Способы снижения скорости нарастания восстанавливающегося напряжения.
28. Электродинамические усилия (ЭДУ) в ЭА. Методы расчёта ЭДУ. Методика расчёта ЭДУ, действующего на проводник с током, расположенного в прямоугольном пазу из ферромагнитного материала.
29. Электромагниты с внешним притягивающимся якорем и с втягивающимся якорем. Электромагнитная статическая тяговая характеристика электромагнитов и способы её регулирования.
30. Способы замедления и ускорения срабатывания электромагнитов. Аналитический и графический анализы способов.
31. Электромагниты переменного тока. Сравнительный анализ зависимостей  $I$ ,  $\Phi$ ,  $F_{эм} = f(\delta)$  электромагнитов переменного и постоянного тока.
32. Выбор автоматического выключателя для защиты асинхронного двигателя.
33. Синхронные коммутационные ЭА.
34. Транзисторное реле с ОС по напряжению. Электрическая схема, принцип действия, характеристика управления  $i_n = f(e_y)$ .
35. Полупроводниковое реле с релейным органом на логических элементах. Электрическая схема релейного органа, его принцип действия, характеристика управления  $U_{вых} = f(e_y)$ .
36. Полупроводниковое аналоговое реле времени. Электрическая схема, принцип действия, время срабатывания и время возврата.
37. Тиристорный коммутационный аппарат постоянного тока. Электрическая схема, принцип действия, временные диаграммы  $i_y$ ,  $i_n$ ,  $i_{vsi}$ ,  $U_{vsi}$ ,  $U_c = f(t)$ .
38. Тиристорный коммутационный аппарат переменного тока. Эл. схема, принцип действия, временные диаграммы  $i_y$ ,  $i_n = f(\omega t)$ .
39. Импульсный транзисторный регулятор постоянного напряжения. Эл. схема, принцип действия, временные диаграммы  $U_{VD}$ ,  $U_n$ ,  $i_L = f(t)$ , внешние нагрузочные характеристики.
40. Гибридные коммутационные ЭА переменного и постоянного токов. Преимущества, электрическая схема и принцип действия.

41. Принцип действия вентильного двигателя постоянного тока (ВДПТ) и области его применения.
42. Структурная схема вентильного двигателя постоянного тока (ВДПТ) и назначение ее отдельных элементов. Особенности конструкции ВДПТ.
43. Структурная схема вентильного двигателя переменного тока (асинхронного двигателя с частотным управлением) и назначение ее отдельных элементов.
44. Вентильно-индукторный электродвигатель (ВИД), структурная схема, назначение ее отдельных элементов. Отличие ВИД от ВД постоянного и переменного тока.
45. Назначение датчика положения ротора ДПР вентильного двигателя постоянного тока. Типы датчиков положения ротора и их конструкции.
46. Квазиустановившиеся режимы работы вентильного двигателя постоянного тока. Могут ли быть организованы такие режимы в коллекторном электродвигателе постоянного тока?
47. Схемы инверторов и схемы обмоток вентильного двигателя постоянного тока.
48. Межкоммутационный интервал вентильного двигателя постоянного тока, угол коммутации и его выбор.
49. Назначение датчика тока вентильного двигателя постоянного тока, их типы и принцип действия.
50. Основные типы высококоэрцитивных постоянных магнитов, применяемых в ВДПТ, и их характеристики.
51. Конструкции магнитных систем роторов вентильного двигателя постоянного тока.
52. Датчики частоты вентильного двигателя постоянного тока, их типы и принцип действия.
53. Конструкции статоров вентильного двигателя постоянного тока и их особенности.
54. Силовые полупроводниковые элементы, используемые в инверторах вентильного двигателя постоянного тока.
55. Структурная схема вентильного двигателя постоянного тока и его конструктивные исполнения.
56. Асинхронный электродвигатель с преобразователем частоты, его структурная схема и назначение ее отдельных элементов.
57. Применение вентильного двигателя постоянного тока в электроприводе. Структурная схема электропривода, выполненного на базе ВДПТ.
58. Электромагнитные тормоза, применяемые в ВДПТ: конструкция, принцип действия, основы расчета размеров.
59. Оптимизация параметров ВДПТ для повышения быстродействия электромеханической системы.
60. Расчет моментной характеристики ВДПТ для обеспечения заданного закона движения нагрузки.

#### **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И ФОРМА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, полномочия и порядок деятельности которой определяются локальным нормативным актом ВятГУ.

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных образовательных технологий в электронной информационно-образовательной среде ВятГУ с применением технологии прокторинга, посредством которой осуществляется идентификация личности поступающего; контроль соблюдения поступающим настоящих Правил приема при выполнении им вступительного испытания; фиксация нарушений поступающим настоящих Правил приема при выполнении им вступительного испытания (при наличии).

Для прохождения вступительного испытания **поступающий обязан:**

1. получить инструкцию по прохождению вступительных испытаний с использованием

дистанционных образовательных технологий и выполнить предусмотренные инструкцией требования, в том числе дать согласие на обработку персональных данных и подтвердить наличие указанных ниже технических средств для прохождения вступительного испытания;

2. самостоятельно обеспечить себя необходимыми для прохождения вступительного испытания техническими средствами:

- а) персональный или мобильный компьютер, подключенный к сети Интернет со скоростью доступа не менее 10 Мбит/с;
- б) браузер, совместимый с Google Chrome (Chrome, Opera, Яндекс.Браузер);
- в) операционная система не ниже Windows 10, MacOS.
- г) веб-камера, микрофон и наушники или аудиосистема, обеспечивающие получение и передачу видео- и аудиоинформации между поступающим и экзаменационной комиссией, проктором.

Вступительное испытание проводится с **сочетанием устной и письменной формы** и включает два этапа:

1. письменная часть – письменный ответ на билет вступительного испытания в личном кабинете поступающего в электронной информационно-образовательной среде ВятГУ;
2. устная часть – устное собеседование с экзаменационной комиссией в комнате видеоконференцсвязи по билету вступительного испытания в личном кабинете поступающего в электронной информационно-образовательной среде ВятГУ.

Билет вступительного испытания включает:

1. **два вопроса** по разделу 3 Программы вступительного испытания.
2. **один вопрос** об актуальности и степени разработанности темы научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, предполагаемой для выполнения при обучении в аспирантуре.

В процессе устного собеседования поступающему так же могут быть заданы дополнительные вопросы как по вопросам билета вступительного испытания, так и по другим вопросам настоящей Программы вступительного испытания.

Доступ поступающих к билетам до начала вступительного испытания закрыт.

На подготовку письменного ответа на билет вступительного испытания поступающему отводится **не более 0,5 часа** (30 минут).

На устное собеседование с экзаменационной комиссией поступающему отводится **не более 0,5 часа** (30 минут).

Контроль соблюдения поступающим Правил приема и настоящей Программы вступительного испытания проводится на протяжении всего времени прохождения поступающим вступительного испытания, при этом осуществляется видеозапись прохождения поступающим вступительного испытания.

При прохождении вступительного испытания **поступающему запрещается:**

- 1) использование учебной и справочной литературы, материалов и электронно-вычислительной техники за исключением тех, которые указаны в программах вступительных испытаний;
- 2) открытие иных окон (страниц, браузеров) в сети Интернет, за исключением окна с заданием вступительного испытания, и поиск любой информации в сети Интернет;
- 3) использование любых мобильных и компьютерных устройств, за исключением того мобильного или компьютерного устройства, на котором осуществляется прохождение поступающим вступительного испытания;
- 4) присутствие в помещении, где сдается вступительное испытание, третьих лиц;
- 5) отсутствие поступающего в пределах обзора веб-камеры при прохождении вступительного испытания и (или) отведение взгляда от экрана мобильного или компьютерного устройства, на котором осуществляется прохождение поступающим вступительного испытания, более чем на 5 секунд;

б) покидание помещения, в котором осуществляется прохождение вступительного испытания до его завершения.

В случае фиксации нарушения указанных в Правилах приема и (или) настоящей программе вступительного испытания требований уполномоченные должностные лица ВятГУ, в том числе проктор, вправе удалить поступающего с места проведения вступительного испытания с составлением акта об удалении в соответствии с пунктом 43 Правил приема.

Поступающий однократно сдает каждое вступительное испытание. Повторно допускаются к сдаче вступительного испытания в резервный день (при наличии соответствующей возможности в соответствии с расписанием вступительных испытаний) лица, не прошедшие вступительное испытание по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально, в том числе технические сбои в работе оборудования и (или) канала связи, препятствующие проведению вступительного испытания).

## **5. ПОРЯДОК И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Вступительное испытание оценивается экзаменационной комиссией по столбальной шкале. При оценивании результатов вступительного испытания применяются следующие критерии (таблица).

Критерии	Баллы
Вопросы раскрыты полностью и без ошибок, ответ изложен грамотным научным языком без терминологических погрешностей, использованы ссылки на необходимые источники	90 – 100
Вопросы раскрыты более чем наполовину, но без ошибок, либо имеются незначительные и/или единичные ошибки, либо допущены 1-2 фактические ошибки	75 - 89
Вопросы раскрыты частично, допущено 3-4 фактические ошибки. Обнаруживается только общее представление о сущности вопроса	60 - 74
Задание не выполнено (ответ отсутствует или вопрос нераскрыт)	0 - 59

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания (далее – минимальное количество баллов), установлено в размере **60 баллов**. Лица, получившие менее минимального количества баллов, не прошедшие вступительное испытание без уважительной причины (в том числе удаленные с места проведения вступительного испытания), повторно допущенные к сдаче вступительного испытания и не прошедшие вступительное испытание, выбывают из конкурса.

Результаты каждого вступительного испытания оформляются протоколом. На каждого поступающего ведется отдельный протокол. Протоколы приема вступительных испытаний хранятся в личном деле поступающего.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте ВятГУ и на информационном стенде не позднее трех рабочих дней со дня проведения вступительного испытания.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ**

### **Основная литература**

1. Проектирование электрических машин. 4-е изд. перераб. и доп.: учебник / под ред. И.П. Копылова – М.: изд-во «Юрайт», 2015 – 767 с.

2. Беспалов, В.Я., Котеленец, Н.Ф. Электрические машины: Учебное пособие для ВУЗов / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец – М.: Академия, 2008.
3. Вольдек, А.И., Попов, В.В. «Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы»: Учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов – СПб.: Питер, 2007. – 320 с.
4. Вольдек, А.И., Попов, В.В. «Электрические машины. Машины переменного тока»: Учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов – СПб.: Питер, 2007. – 350 с.
5. Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов / Под редакцией Ю.К. Розанова – М.: Энергоатомиздат, 1998.
6. Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов / Под ред. Ю.К. Розанова – 3 – е изд., испр. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
7. Головёнкин, В.А. Электродинамические усилия, тепловые процессы и контактная система в электрических аппаратах: Учебное пособие / В.А. Головёнкин – Киров. Издательство: ВятГУ, 2008.
8. Онищенко, Г.Б. Электрический привод: учебник для вузов / Г. Б. Онищенко. – М.: Академия, 2006. - 288 с.
9. Ильинский, Н.Ф. Основы электропривода: учеб. пособие / Н. Ф. Ильинский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 224 с.
10. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов: учебник / В. М. Терехов, О. И. Осипов. – 2-е изд., стереотипное. – М.: Академия, 2006. – 304 с.
11. Овчинников, И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность) / И.Е. Овчинников: Курс лекций. – СПб.: Корона – Век, 2006. – 336с., ил.
12. Аракелян, А.К. Вентильные электрические машины в системах регулируемых электроприводов: Учебное пособие для ВУЗов / А.К. Аракелян – М.: Высшая школа, 2006. – 546 с., ил.
13. Аракелян, А.К. Вентильные электрические машины и регулируемый электропривод: в 2 кн. / А. К. Аракелян, А. А. Афанасьев. – М.: Энергоатомиздат. Кн. 1 : Вентильные электрические машины. – 1997. – 509 с.
14. Аракелян, А.К. Вентильные электрические машины и регулируемый электропривод: в 2 кн. Кн. 2: Регулируемый электропривод с вентильным двигателем. / А. К. Аракелян, А. А. Афанасьев. – М.: Энергоатомиздат. – 1997. – 489 с.
15. Гольдберг, О.Д., Гурин, Л.С., Свириденко, И.С. Проектирование электрических машин: учебник / Под ред. О.Д. Гольдберга, 2-е изд., перераб., - М: Высшая школа, 2001. – 430с., ил.

#### **Дополнительная литература**

1. Изотов А.И. «Настройка коммутации в машинах постоянного тока и переменного тока при ремонте и эксплуатации» Учебное пособие для выполнения курсовых работ и проведения лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатация и ремонт электрических машин» / Изотов А.И. - Киров, Изд-во ГОУ ВПО «ВятГУ», 2009. – 104 с.
2. Головёнкин, В.А. Электрические и электронные аппараты: Графическая часть лекций. Спец. 1801, д/о, з/о, у/о / В.А. Головёнкин; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА. – Киров, 2007.
3. Чунихин, А.А. Электрические аппараты. Учебник: Общий курс / А.А. Чунихин– 3 – е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
4. Буль, О.Б. Методы расчета магнитных цепей электрических аппаратов: Магнитные цепи, поля и программа FEMM: Учебное пособие / О.Б. Буль – М.: Академия, 2005 – 336 с.

5. Буткевич, Г.В. Задачник по электрическим аппаратам: Учебное пособие / Г.В. Буткевич, В.Г. Дегтярь, А.Г. Сливинская. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987.
6. Шрейнер, Р.Т., Дмитренко, Ю.А. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами: Учебник / Р.Т. Шрейнер, Ю.А. Дмитренко. – Кишинев: Штиинца, 1982.
7. Осин, И.Л., Юферов, Ф.М. Электрические машины автоматических устройств: Учебное пособие для вузов / И.Л.Осин, Ф.М. Юферов – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 424 с.