

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»

Уральский энергетический институт
Кафедра «Энергетика»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев

«__» _____ 201__ г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Рекомендована Учебно-методическим советом Уральского энергетического института
для направлений подготовки и специальностей:

Код ООП	Направление/ Специальность	Профиль/Программа магистратуры/ Специализация	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
13.03.03/02.01	Энергетическое машиностроение	Газотурбинные установки газокомпрессорных станций	5376	БЗ
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	БЗ

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 20__

Программа итоговой государственной аттестации составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Комаров Олег Вячеславович	Канд.техн.наук, доцент	Доцент	Турбины и двигатели	
2	Артемова Татьяна Георгиевна	-	Ст. преподаватель	Турбины и двигатели	
3	Метельков Владимир Павлович	Канд.техн.наук, доцент	Доцент	ЭАПУ	

Программа итоговой государственной аттестации одобрена на заседании кафедр:

№	Наименование кафедры	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой	Подпись
1	Энергетика [Кафедра- координатор-модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [выпускающая кафедра]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и автоматизация промышленных установок [выпускающая кафедра]			А.В. Костылев	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

В.И. Денисенко

Протокол № _____ от _____ г.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Программа итоговой государственной аттестации составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности и код уровня освоения ООП	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
13.03.03	Энергетическое машиностроение	01.10.2015	1083
13.03.02	Электроэнергетика и электротехника	03.09.2015	955

1.1. Цель государственной итоговой аттестации

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ:

- Эффективно работать как самостоятельно так и в команде, в том числе, в междисциплинарной и мультикультурной среде (УК-1);
- Демонстрировать профессиональную, социальную, экологическую, правовую ответственность (УК-2);
- Оформлять и докладывать результаты работы в письменной и устной форме с использованием соответствующей технической терминологии, в том числе на иностранном языке (УК-3);
- Быть способным к саморазвитию, самоорганизации и обучению в течение всей жизни (УК-4);
- Использовать методы и средства укрепления здоровья, демонстрировать приверженность здоровому образу жизни (УК-5);
- Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1);
- Применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения проблем в профессиональной деятельности (ИК- 2);
- Быть способным проектировать элементы оборудования и технологических схем для решения конкретных производственных задач (ИК-3);
- Выбирать и эффективно использовать оборудование, инструменты и методы для решения инженерных проблем (ИК-4);
- Владеть основами методологии управления проектами (ИК-5).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способность использовать основы правовых знаний в различных сферах

- деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
 - способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные, этнические, межконфессиональные и культурные различия (ОК-6);
 - способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
 - способностью использовать методы и инструменты физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
 - способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);
 - способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
 - способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
 - способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3).
 - способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);
 - способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);
 - способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
 - способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4);
 - готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
 - способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
 - готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);
 - способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);
 - способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9);
 - способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10);
 - способность к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-11);
 - готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-12);
 - способность участвовать в пуско-наладочных работах (ПК-13);
 - способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-14);
 - способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования (ПК-15);

- готовностью к участию в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике (ПК-16);
- готовностью к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт (ПК-17);
- способностью координировать деятельность членов коллектива исполнителей (ПК-18);
- способностью к организации работы малых коллективов исполнителей (ПК-19);
- способностью к решению задач в области организации и нормирования труда (ПК-20);
- готовностью к оценке основных производственных фондов (ПК-21).

1.1.3. В соответствии с ФГОС ВО по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные, этнические, межконфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и инструменты физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);
- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках (ОПК-3);
- способность к конструкторской деятельности (ПК-1);
- способность применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем (ПК-2);
- способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-3);
- способность представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ПК-4);
- способность участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов (ПК-5);
- готовность участвовать в испытаниях объектов профессиональной деятельности по заданной программе (ПК-6);

- способность и готовность к обслуживанию технологического оборудования (ПК-7);
- готовность обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины (ПК-8);
- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9);
- готовность контролировать выполнение в практической деятельности правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда (ПК-10);
- способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности (ПК-11);
- способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности (ПК-12);
- способность осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-13);
- способность осуществлять сервисно-эксплуатационные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-14);
- способность применять элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-15);
- готовность к организационно-управленческой работе с малыми коллективами (ПК-16).

1.1.4. Дополнительной профессиональной компетенцией (ДПК), согласованной с экспертной группой из числа специалистов ООО «Газпром трансгаз Югорск»:

- Способность использовать специализированные знания фундаментальных разделов математического, естественнонаучного и профессионального циклов для освоения рабочих процессов, протекающих в газотурбинных установках и двигателях, электроустановках и вспомогательном оборудовании электро- и энергоустановок.

1.2. Требования к структуре государственной итоговой аттестации

1.2.1. Государственная итоговая аттестация включает в себя:

- защиту выпускной квалификационной работы в формедипломого проекта бакалавра в соответствии с требованиями ОС УрФУ;
- выпускная квалификационная работа должна:
 - соответствовать реальной задаче производства;
 - основываться на современных теоретических, методологических и технологических достижениях техники и технологий;
 - базироваться на современных методах обработки и интерпретации данных с применением информационных технологий;
- междисциплинарный государственный экзамен (установлен решением Ученого совета Уральского энергетического института, протокол №8 от 17.10.2016 г.)

1.2.2. Форма проведения государственного экзамена:

устный

1.3. Требования к процедуре государственной итоговой аттестации

Требования к порядку планирования, организации и проведения ИГА, к структуре и форме документов по организации ИГА сформулированы в утвержденной в УрФУ документированной процедуре «Порядок проведения ГИА по ОП ВО – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» (СМК-ПВД-6.1-01-65-2015).

1.4. Трудоемкость государственной итоговой аттестации:

Общая трудоемкость итоговой государственной аттестации составляет 8 з.е./288 час.

1.5. Время проведения государственной итоговой аттестации

Итоговая государственная аттестация проводится в сроки, установленные учебно-производственным графиком, утвержденным в УрФУ.

1.6. Требования к оцениванию компетенций в рамках государственной итоговой аттестации

Объективная оценка уровня соответствия компетенций обеспечивается системой разработанных критериев (показателей) оценки, уровней освоения компетенций и методов (средств) оценивания.

Критерии оценки утверждены на заседании учебно-методического совета института, реализующего ОП, от «30» сентября 2016 г., протокол № 73.

2. ТРЕБОВАНИЕ К СОДЕРЖАНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Тематика выпускной квалификационной работы

2.1.1. Профиль «Газотурбинные установки газокompрессорных станций»

Тематика ВКР отвечает требованиям работодателей, соответствует профилю и специальности. ВКР, состоит из расчетной и графической частей.

ГТУ мощностью 6 МВт на базе ГТ-6-750

ГТУ мощностью 10 МВт на базе ГТК-10-4

ГТУ мощностью 10 МВт на базе ГТК-10И

ГТУ мощностью 10 МВт на базе ДР-59Л

ГТУ мощностью 12 МВт на базе двигателя ПС-90-ГП1

ГТУ мощностью 16 МВт на базе двигателя ПС-90-ГП2

ГТУ мощностью 16 МВт на базе ГТН-16

ГТУ мощностью 16 МВт на базе двигателя НК-38СТ

ГТУ мощностью 16 МВт на базе двигателя АЛ-31СТН

ГТУ мощностью 16 МВт на базе двигателя НК-16(18)СТ

ГТУ мощностью 16 МВт на базе двигателя ДЖ-59Л2

ГТУ мощностью 16 МВт на базе двигателя ДГ-90

ГТУ мощностью 25 МВт на базе двигателя ДН-80

ГТУ мощностью 25 МВт на базе ГТК-25И

ГТУ мощностью 25 МВт на базе ГТК-25ИР

2.1.2. Профиль «Электропривод и автоматика»

Электропривод АВО газа.

Электроприводы и автоматизация вспомогательных систем охлаждения, водоснабжения и канализации компрессорных станций.

Энергоэффективность и перспективы применения ЭГПА на КС.

Системы управления выпрямительно-зарядными устройствами компрессорных станций.

Применение GSM-технологий для управления удаленными электроприводами.

2.2. Тематика государственного экзамена

Профиль «Газотурбинные установки газокomppressorных станций»

1. Дисциплины Газокomppressorные станции, Электропривод типовых механизмов, Экология газокomppressorных станций, Теория турбомашин, Детали машин, Управление техническими системами, Компрессоры ГТУ, Газотурбинные установки, Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА, Динамика и прочность турбомашин, часть 1,2, Автоматическое регулирование газотурбинных установок, Конвертированные ГТД, Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты, Принципы расчета и проектирования газовых турбин, Теплообменники энергетических установок

1.1. Первый закон термодинамики. Примеры его использования при анализе процессов, протекающих в ГТУ и газовой турбине.

1.2. Термодинамический цикл, его основные составляющие. Цикл Брайтона.

1.3. Второй закон термодинамики, его приложение к анализу циклов и процессов в ГТУ.

1.4. Турбинные решетки. Основные характеристики. Обозначение сопловых и рабочих решеток. Выбор профилей.

1.5. Потери энергии при течении газа в ступени. Номенклатура КПД ступени. Характеристическое отношение скоростей в ступени, его влияние на КПД ступени; оптимальное значение характеристического отношения скоростей.

1.6. Теория расширения рабочего тела в решетках турбомашин. $h-s$ диаграмма, понятие о степени реактивности, понятие о фиктивной скорости. Типы ступеней: активная и реактивная.

1.7. Последовательность расчета ступени. Расчет и построение треугольников скоростей в ступени.

1.9. Уравнение радиального равновесия. Законы закрутки лопаток, их влияние на характеристики ступеней. Применение различных законов закрутки в ступенях газовых турбин.

1.10. Принципиальные схемы ГТУ. Основные элементы ГТУ и их назначение.

1.11. Способы повышения экономичности ГТУ.

1.12. Регенеративные ГТУ. Степень регенерации. Достоинства и недостатки регенеративных ГТУ.

1.13. Влияние температур газа и воздуха на показатели ГТУ простого цикла.

1.14. Влияние потерь по тракту и КПД турбины и компрессора на показатели ГТУ простого цикла.

1.14. Шпоночные и шлицевые соединения для передачи крутящего момента, расчет.

1.15. Механические передачи: основные характеристики передач. Зубчатые передачи, их классификация, преимущества и недостатки.

1.16. Подшипники качения, их классификация, конструкция и назначение. Стандартизация.

- 1.17. Трубопроводы. Условные проходы и давления. Компенсация температурных напряжений.
- 1.18. Преимущества и недостатки литых деталей. Способы литья. Толщина стенок, учет формовки и разъема форм, формовочные уклоны.
- 1.19. Конструкции рабочих лопаток. Основные элементы лопаток, расчетные сечения и размеры. Геометрические характеристики сечений лопаток.
- 1.20. Расчет рабочих лопаток на растяжение под действием ЦБС.
- 1.21. Расчет рабочих лопаток на изгиб газодинамическими силами.
- 1.22. Расчет на прочность елочного хвостовика рабочей лопатки
- 1.23. Классификация и конструкции роторов турбомашин.
- 1.24. Роль центробежных сил и неравномерности температуры в прочности дисков.
- 1.25. Причины колебаний турбинных лопаток. Формы колебаний. Собственные частоты колебаний лопаток.
- 1.26. Резонансная диаграмма лопаток.
- 1.27. Опорные и опорно-упорные подшипники скольжения.
- 1.28. Критические частоты вращения роторов турбомашин.
- 1.29. Классификация теплообменных аппаратов.
- 1.30. Основы теплового и гидравлического расчетов теплообменников.
- 1.31. Конструкции теплообменников, применяемых в энергомашиностроении, и их узлов.
- 1.32. Основные этапы изготовления лопаток турбины и компрессора.
- 1.33. Этапы предварительной и окончательной механической обработки роторов компрессора и турбины.
- 1.34. Выбор заготовок для изготовления деталей энергомашин.
- 1.35. Выбор технологических баз при изготовлении деталей турбомашин.
- 1.36. Режимы резания на примере точения.
- 1.37. Классификация металлорежущих станков.
- 1.38. Растачивание корпусов турбомашин на расточных и карусельных станках.
- 1.39. Этапы предварительной и окончательной обработки цилиндров (корпусов).
- 1.40. Виды ремонтов ГТУ.
- 1.41. Пуск турбин. Сдача турбоагрегата в эксплуатацию.
- 1.42. Методы сборки турбин.
- 1.43. Радиальные и аксиальные навалы лопаток и их контроль при облопачивании.
- 1.44. Центровка по струне, уровню, расточкам.
- 1.45. Центровка при помощи оптических, оптико-электронных и лазерных приборов.
- 1.46. Проверка зазоров проточной части.
- 1.47. Сборка упорного подшипника и контроль осевого разбега ротора.
- 1.48. Организация монтажа.
- 1.49. Общие задачи и свойства систем регулирования энергетических установок.
- 1.50. Закон регулирования. Пропорциональный закон регулирования. Интегральный закон регулирования.
- 1.51. Классификация типовых звеньев системы регулирования. Безинерционное, апериодическое и другие.
- 1.52. Неравномерность регулирования. Степени нечувствительности и неравномерности регулирования.
- 1.53. Понятие о передаточной функции звена системы регулирования. Типовые соединения звеньев системы регулирования.
- 1.54. Роль радиальных и осевых зазоров в проточной части газовой турбины.
- 1.55. Значение диффузора в тракте газовой турбины.
- 1.56. Характеристики нагруженности ступени газовой турбины.
- 1.57. Связь теплоперепада ступени газовой турбины с условиями прочности.
- 1.58. Проблемы, связанные с ростом температуры газа перед турбиной.

- 1.59. Способы охлаждения роторов газовых турбин.
- 1.60. Системы охлаждения лопаток газовых турбин.
- 1.61. Системы охлаждения статоров газовых турбин.
- 1.62. Подготовка газа к транспорту: требования к составу и качеству газа, очистка и осушка газа.
- 1.63. Назначение и состав промежуточной (или линейной) компрессорной станции.
- 1.64. Система технологического газа компрессорного цеха. Назначение, основные узлы, их работа.
- 1.65. Системы цеховой и общестанционной автоматики.
- 1.66. Виды технологических схем ГКС: ГПА с неполно- и полнонапорными нагнетателями. Работа схем.
- 1.67. Компрессорные станции с различными типами ГПА. Преимущества и недостатки различных приводов.
- 1.68. Компоновка оборудования компрессорного цеха. Компоновка ГПА в КС. Здания и укрытия ГПА.
- 1.69. Степень повышения давления, работа сжатия и КПД компрессорной ступени.
- 1.70. Кинематические, газодинамические и геометрические параметры ступени осевого компрессора.
- 1.71. Потери энергии в лопаточном венце осевого компрессора.
- 1.72. Особенности транс- и сверхзвуковых ступеней осевого компрессора.
- 1.73. Связь между параметрами ступени и компрессора. Формы проточной части.
- 1.74. Срывные и неустойчивые режимы работы ступени. Неустойчивые режимы работы многоступенчатых компрессоров.
- 1.75. Характеристики осевых компрессоров. Регулирование компрессоров.
- 1.76. Принципы конвертирования авиационных и судовых ГТД для наземных турбоустановок.
- 1.77. Особенности обслуживания и ремонта конвертированных двигателей.
- 1.78. Особенности маслоснабжения конвертированных авиа- и судовых ГТД.
- 1.79. Конструктивные решения для обеспечения высоких КПД в авиа-ГТД.
- 1.80. Особенности конвертированных судовых ГТД разработки НПП «Заря-Машпроект» (на примере ДР-59, ДН-80, ДГ-90).
- 1.81. Регулирование частоты вращения газотурбинной установки. Регулирование ГТУ первого рода. Регулирование ГТУ второго рода.
- 1.82. Устройство пневматической системы регулирования газотурбинной установки ГТК-10-4. Работа системы автоматического регулирования газотурбинной установки при поддержании заданной скорости силового вала.
- 1.83. Типы и назначения защитных устройств газотурбинных установок.
- 1.84. Ограничение приемистости при наборе и сбросе нагрузки газотурбинной установки.
- 1.85. Назначение и устройство системы регулирования уплотнения нагнетателя природного газа. Работа системы уплотнения по поддержанию перепада давлений «масло-газ».
- 1.86. Противопомпажная защита осевого компрессора ГТУ и нагнетателя природного газа.

Профиль «Электропривод и автоматика»

2. Дисциплины: Теория автоматического управления ч.1 и 2, Теория электропривода ч.1 и 2, Системы управления электроприводами ч.1 и 2, Силовая электроника.

2.1. Фундаментальные принципы управления.

2.2. Частотные характеристики, их виды, связь с передаточной функцией.

- 2.3. Понятие передаточной функции, ее связь с весовой и переходной функцией, с динамическими и статическими свойствами.
- 2.4. Характеристики интегрирующего звена.
- 2.5. Характеристики дифференцирующего звена.
- 2.6. Характеристики апериодического звена.
- 2.7. Характеристики изодромного звена.
- 2.8. Характеристики колебательного звена.
- 2.9. Алгебраические критерии устойчивости линейных систем.
- 2.10. Частотные критерии устойчивости линейных систем.
- 2.11. Оценка управляемости и наблюдаемости линейной САУ.
- 2.12. Оценка устойчивости линейной системы в пространстве состояний.
- 2.13. Исследование устойчивости дискретных систем.
- 2.14. Оценка качества дискретных систем.
- 2.15. Методы технической линеаризации нелинейных систем.
- 2.16. Линеаризация нелинейности разложением в ряд.
- 2.17. Абсолютная устойчивость. Критерий Попова.
- 2.18. Уравнение движения электропривода при двухмассовой и одномассовой механической части.
- 2.19. Механическая часть электропривода как объект управления. Структурная схема, передаточные функции, частотные характеристики.
- 2.20. Основные тормозные режимы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, их особенности, баланс мощностей, условия реализации, механические характеристики.
- 2.21. Уравнения статических механических и скоростных характеристик (для тока статора и ротора) асинхронного двигателя. Понятие о критическом моменте и скольжении.
- 2.22. Синхронные двигатели. Уравнения для момента при явнополюсном и неявнополюсном исполнении ротора. Особенности использования синхронного двигателя как компенсатора реактивной мощности.
- 2.23. Классификация режимов работы двигателя по нагреванию. Особенности выбора двигателей при различных режимах. Способы проверки двигателя по нагреванию, условия их применения.
- 2.24. Математическое описание и структурные схемы разомкнутых электромеханических систем (на примере двигателя постоянного тока с независимым возбуждением и двухмассовой механической части).
- 2.25. Динамические свойства электропривода с линейной механической характеристикой при жестких механических связях. Частотные характеристики. Влияние соотношения механической и электрической постоянных времени.
- 2.26. Переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой при скачке задания по скорости, влияние соотношения постоянных времени.
- 2.27. Способы регулирования скорости двигателей постоянного тока, их оценка.
- 2.28. Способы регулирования скорости асинхронных двигателей, их оценка.
- 2.29. Регулировочные характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, способы их получения, методы расчета.
- 2.30. Уравнения двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, методы расчета механических и скоростных характеристик.
- 2.31. Принципы построения систем подчиненного регулирования с последовательной коррекцией. Передаточные функции контуров регулирования и регуляторов. Переходные и частотные характеристики контуров.
- 2.32. Принципы ограничения координат в системах подчиненного регулирования.
- 2.33. Математическая модель цепи якоря компенсированного двигателя постоянного тока как объекта управления.

2.34. Математическая модель цепи возбуждения компенсированного двигателя постоянного тока как объекта управления.

2.35. Учет влияния ЭДС вращения двигателя при построении систем автоматического регулирования тока якоря.

2.36. Структура однократно-интегрирующей системы автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока. Статические и динамические характеристики.

2.37. Структура двухкратно-интегрирующей системы автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока. Статические и динамические характеристики.

2.38. Особенности пусковых режимов в системах автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока с задатчиком интенсивности при применении П и ПИ-регуляторов скорости в системах подчиненного регулирования с последовательной коррекцией.

2.39. Принципы построения систем управления позиционных электроприводов. Синтез регулятора контура положения при малых перемещениях. Статические и динамические характеристики.

2.40. Системы управления позиционных электроприводов с нелинейным регулятором положения. Особенности расчета характеристики нелинейного регулятора положения.

2.41. Системы автоматического управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. Предпосылки качественного регулирования электромагнитного момента двигателя.

2.42. Структура системы частотно-регулируемого асинхронного электропривода с управляемым скольжением. Статические и динамические характеристики.

2.43. Структура векторной системы управления асинхронным двигателем с ориентацией системы координат по вектору потокосцепления ротора (типа системы «Трансвектор»). Статические и динамические характеристики.

2.14. Структура системы автоматического регулирования скорости тиристорного асинхронного электропривода с фазовым управлением. Статические и динамические характеристики.

2.45. Структура системы автоматического управления частотно-регулируемого синхронного электропривода. Статические и динамические характеристики.

2.46. Преобразователи постоянного тока с импульсно-фазовым принципом управления. Типовые схемы вентильной части. Регулировочные и внешние характеристики в типовых режимах (на примере одной из схем).

2.47. Преобразователи постоянного тока с широтно-импульсным принципом управления. Типовые схемы вентильной части. Регулировочные и внешние характеристики в типовых режимах (на примере одной из схем).

2.48. Статические и динамические характеристики системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока»

2.49. Классификация и сравнительная характеристика преобразователей частоты.

2.50. Структура силовой части и системы управления преобразователя типа АИН с базовым алгоритмом симметричной двухсторонней синусоидальной ШИМ (координатные системы). Спектральные характеристики выходного напряжения инвертора.

2.51. Векторные системы ШИМ в АИН. Управление фазой и модулем среднего напряжения за период несущей частоты.

2.52. Сопоставление предельных возможностей преобразователей типа АИН с различными способами управления ШИМ.

2.53. Тиристорный преобразователь напряжения (ТПН). Схема силовой части, регулировочные характеристики, особенности и область применения.

2.54. Электромагнитная совместимость преобразователей постоянного тока. Влияние преобразователя на работу двигателя. Оценка потерь. Влияние преобразователя на работу сети.

2.55. Влияние двухзвенного преобразователя частоты с неуправляемым и активным выпрямителем на работу сети и двигателя. Технические меры обеспечения электромагнитной совместимости.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

3.1. Рекомендуемая литература

3.1.1. Основная литература

1. Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин : Учебник для студентов вузов по спец. "Турбиностроение" .— М. : Машиностроение, 1982 .— 264с. — допущено в качестве учебника (39 экз.).

2. Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом : Учеб. пособие / Б.С. Ревзин; ГОУ Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2002 .— 269 с. : 108 рис. ; 21 см .— Библиогр.: с. 265-266 (28 назв.). — без грифа .— ISBN 5-321-00143-X (30 экз.).

3. Электроприводы объектов газотранспортных систем: Монография серии «Научные труды к 45-летию ОАО «Гипрогазцентр»/Пужайло А.Ф., Савченко С.В., Крюков О.В. и др. // Под редакцией О.В. Крюкова. – Нижний Новгород: Исток, Т.4, 2013. – 300 с.

<https://search.rsl.ru/ru/record/01006710606>

4. Чиликин, Михаил Григорьевич. Общий курс электропривода : Учебник для электромех. и электроэнерг. вузов / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер .— 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоиздат, 1981 .— 576 с. : ил. ; 21 см . (271 экз.).

5. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" направления подгот. 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / [М. П. Белов, О. И. Зементов, А. Е. Козярук и др.] ; под ред. В. А. Новикова, Л. М. Чернигова .— Москва : Academia, 2006 .— 368 с. (47 экз.).

6. Фролов, В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106890>.

7. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов.— [Изд. 4-е, перераб. и доп.]— СПб.: Профессия, 2004.— 752 с. Инв. № 17098, 17195 (136 экз.)

3.1.2. Дополнительная литература

1. Газотурбинные установки : Учеб. пособие для вузов .— М. : Высшая школа, 1979 .— 536с. (29 экз.).

2. Материаловедение : учеб.для техн. вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева .— 5-е изд., стер. — Москва : Альянс, 2009 .— 528 с. : ил. ; 22 см .— На обл. указано: изд. 4-е, перераб. — Предм. указ.: с. 521-523. — Библиогр. в конце ч. — Допущено в качестве учебника .— ISBN 978-5-903034-66-6.(100 экз.).

3. Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок : Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.Н. Малинина .— М. : Машиностроение, 1990 .— 399с. — без грифа (11 экз.).

4. Энергетические газотурбинные установки / Г. Г. Ольховский .— М. : Энергоатомиздат, 1985 .— 303 с. : ил. ; 24 см .— Библиогр.: с. 297-302 (162 назв.). — без грифа . (7 экз.).

5. Стационарные газотурбинные установки : Справочник / Л.В. Арсеньев и др. ; Под общ. ред. Л.В. Арсеньева, В.Г. Тырышкина .— Л. : Машиностроение, 1989 .— 542 с. : ил. ; 22

см. — Библиогр.: с. 533-536 (90 назв.). Предм. указ.: с. 537-538. — без грифа. — ISBN 5-217-00420-7 (28 экз.).

6. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 650800 "Теплоэнергетика", специальности 100500 "Тепловые электр. станции" по дисциплине "Парогазовые и газотурбин. установки электростанций" и "Тепловые и атомные электр. станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; Под ред. С. В. Цанева. — М. : МЭИ, 2002. — 584 с. : ил. ; 24 см. — Предм. указ.: с. 573-575. — Библиогр.: с. 571-572 (40 назв.). — ISBN 5-7046-0739-X (8 экз.).

7. Теплообменные устройства газотурбинных и комбинированных установок : Учеб. пособие для вузов по специальности "Турбиностроение" / Н.Д. Грязнов, В.М. Елифанов, В.Л. Иванов, Э.А. Манушин; Под ред. А.И. Леонтьева. — М. : Машиностроение, 1985. — 360 с. : ил. ; 22 см. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 353 (10 назв.). Предм. указ.: с. 354-358. — без грифа (21 экз.).

8. Михальцев В.Е. Регулирование и вспомогательные системы газотурбинных и комбинированных установок : Учеб. пособие для энергомашиностр. спец. вузов / В.Е. Михальцев, О.М. Панков, В.Д. Юношев. — М. : Машиностроение, 1982. — 255 с. — Загл. кор.: Регулирование газотурбинных установок. — допущено в качестве учебного пособия. — 0.95.(10 экз.).

9. Орлов П.И. Основы конструирования : справ.-метод. пособие : в 2 кн. Кн. 2 / П. И. Орлов ; под ред. П.Н. Учаева. — 3-е изд., испр. — Москва : Машиностроение, 1988. — 544 с. : ил. ; 24 см. — Библиогр.: с. 527. — Предм. указ.: с. 528-542. — без грифа. — ISBN 5-217-00221-2 : 25.00. (35 экз.).

10. Теория и расчет турбокомпрессоров : Учеб. пособие / К.П. Селезнев и др. ; Под общ. ред. К.П. Селезнева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л. : Машиностроение, 1986. — 391 с. : ил. ; 23 см. — Библиогр.: с. 389-390 (31 назв.). — допущено в качестве учебного пособия. — 1.30. (22 экз.).

11. Регулирующие системы газотурбинных установок : Учеб. пособие / Урал. политехн. ин-т. — Свердловск : УПИ, 1987. — 109 с. — без грифа. — 0.20.(436 экз.).

12. А.Д. Цигельник. Монтаж, наладка и ремонт газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом : Учеб. пособие / А. Д. Цигельник; Урал. гос. техн. ун-т. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2003. — 68 с. : ил. ; 21 см. — Библиогр.: с. 66 (12 назв.). — ISBN 5-321-00360-2 (20 экз.).

13. Технология производства и монтажа паровых и газовых турбин : учеб. пособие / В. А. Новиков ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ, Каф. "Турбины и двигатели". — Екатеринбург : [УГТУ-УПИ], 2005. — 670 с. : ил. ; 21 см. — Библиогр.: с. 661 (14 назв.). — без грифа. — ISBN 5-321-00622-9. (22 экз.).

14. Москаленко, Владимир Валентинович. Электрический привод : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / В. В. Москаленко. — Москва : ИНФРА-М, 2015. — 364 с. : (20 экз.).

15. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты / Р. Т. Шрейнер; Рос. акад. наук. Урал. отд-ние. — Екатеринбург : УРО РАН, 2000. — 654 с. (39 экз.).

3.1.3. Методические разработки

1. Тепловой расчет схем приводных газотурбинных установок на номинальный и переменный режимы работы: Учебное пособие / Б.С. Ревзин, А.В. Тарасов, В.М. Марковский. Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2001. 61 с.

2. Газодинамический расчет многоступенчатой газовой турбины: Мет. указания./ Тарасов А.В., Марковский В.М. Екатер. УГТУ-УПИ. 2004.

3. Тепловой расчет схем приводных газотурбинных установок на номинальный режим работы: Методические указания/сост. В.М. Марковский, А.М. Неволин. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 40 с.

4. Конвертированные авиационные и судовые газотурбинные двигатели для газотранспортных и энергетических установок: учебное пособие/Б.С. Ревзин, О.В. Комаров. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 164 с.

5. Газотурбинные двигатели судового типа для энергетических и газотранспортных установок. Учебное пособие/О.В. Комаров, Б.С. Ревзин: УГТУ-УПИ, 2003. 58 с.

3.2. Программное обеспечение

1. Корпоративные версии продуктов Microsoft: операционная система Windows Pro 10.
2. ANSYS Academic Student 181 (demo/trial-версия программы).
3. КОМПАС-3D Версия 17.1.6.
4. Autodesk AutoCAD 2018 (Версия для учебных заведений).
5. Creo Parametric University Site License (Customer Number: 449611 URAL FEDERAL UNIVERSITY NAM. Service Contract Number (SCN): 2A1765793. DateShipped 24-MAR-2014).
6. WaterSteamPro 6.5.
7. Дизель-ПК (свободно распространяемое ПО).
8. Система инженерного программирования «Matlab»

3.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

3.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

4. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Для проведения итогового междисциплинарного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы необходима комфортная аудитория для размещения членов государственной аттестационной комиссии и бакалавров.

1. На кафедре «Турбины и двигатели» имеются специализированные аудитории Т-703 и Т-708 с видеопроекторными комплексами на базе мультимедийного проектора и ноутбука, компьютерные классы, ауд. Т-709, Т-712.

2. На кафедре «Электропривод и автоматизация промышленных установок» имеется аудитория Э-200 с видеопроекторными комплексами на базе мультимедийного проектора и ноутбука.

**5. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ ИТОГОВОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Номерлиста изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	3
Требования к структуре итоговой государственной аттестации	6
Требования к процедуре итоговой государственной аттестации	7
Трудоемкость итоговой государственной аттестации:	7
Время проведения итоговой государственной аттестации	7
Требования к оцениванию компетенций в рамках итоговой государственной аттестации	7
ТРЕБОВАНИЕ К СОДЕРЖАНИЮ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ	7
Тематика выпускной квалификационной работы	7
Тематика государственного экзамена	8
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ	13
Рекомендуемая литература	13
Программное обеспечение	15
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	15
Электронные образовательные ресурсы	15
УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ	15
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ	16
ОГЛАВЛЕНИЕ	17