

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
Институт уральский энергетический
Кафедра Энергетика

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев

«___» _____ 20 г.

ПРОГРАММА МОДУЛЯ
СПЕЦИАЛЬНЫЙ

Код ООП	Направление/ Специальность	Профиль/Программа магистратуры/ Специализация
13.00.00	Электро-и теплоэнергетика	Газотурбинные установки газокомпрессорных станций Электропривод и автоматика

УРАЛЭНИН

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 20_

Программа модуля составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Артемова Т.Г	-	Ст. преподаватель	Тид	
2	Метельков В.П.	Канд. техн. наук, доцент	доцент	ЭАПУ	

Программа модуля одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс.УМС)	Подпись
1	«Энергетика» [Кафедра- координатормодуля]			О.В. Комаров	
2	Техника высоких напряжений [Читающая кафедра]			И.В. Черных	
3	Электропривод и автоматизация промышленных установок [Читающая и выпускающая кафедра]			А.В. Костылев	
4	Турбины и двигатели [Читающая и выпускающая кафедра]*			Ю.М. Бродов	

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов (УМС) институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель Методического совета УралЭНИН
_____, протокол № _____

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

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

1.1. Координатор модуля	кафедра ЭнергетикиУральского энергетического института
1.2. Идентификатор модуля в реестре ООП	[заполняется отделом ОП]
1.3. Пререквизиты	Дисциплины общеинженерногои профессионального циклов
1.4. Кореквизиты*	Модули/дисциплины профессионального, экономическогоцикла
1.5. Постреквизиты*	
1.6. Трудоемкость модуля, з.е.	56

* Данные поля заполняется в случае необходимости. Все остальные поля заполняются обязательно

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин, составляющих модуль (в последовательности их освоения)	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
		Аудиторные занятия, час.				Самост. работа (включая все виды текущей и промежуточной аттестации), час.	Аттестация по дисциплине (зачет, экзамен)	Всего	
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			Час.	Зач. ед.
Материаловедение/ Электротехническое и конструкционное материаловедение	5	51	17	-	34	57	Зачет	108	3
Управление техническими системами/ Теория автоматического управления, часть 1	5	51	17	17	17	57	Экзамен	108	3
Детали машин/ Силовая электроника	5,6	102	51	34	17	114	Зачет (5с), экзамен (6с), к.р.(6)	216	6
Метрология, стандартизация и сертификация/ Метрология и электрические измерения	6	51	34	-	17	57	Зачет	108	3
Компрессоры ГТУ/ Электроснабжение	6	51	34	17	-	57	Зачет	108	3
Газотурбинные установки/ Теория электропривода, часть 1	6	51	34	-	17	57	Зачет	108	3
Динамика и прочность турбомашин, часть 1/ Теория автоматического управления, часть 2	6	68	34	17	17	76	Экзамен, К.р.	144	4
Динамика и прочность	7	68	34	17	17	76	Экзамен,	144	4

турбомашин, часть 2/ Современные методы проектирования электроприводов									
Газокомпрессорные станции	7	51	34	-	17	57	Экзамен	108	3
Автоматическое регулирование газотурбинных установок/ Системы управления электроприводами, часть 1	7	68	34	17	17	76	Зачет	144	4
Принципы расчета и проектирования газовых турбин/ Теория электропривода, часть 2	7	68	34	34	-	112	Экзамен, К.п.	180	5
Электропривод типовых механизмов	8	16	16	-	-	56	Зачет	72	2
Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты/ Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 1	7	68	34	17	17	40	Зачет	108	3
Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА/ Элементы систем автоматики	8	48	16	16	16	24	Зачет	72	2
Конвертированные ГТД/ Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 2	8	48	16	32	-	60	Экзамен	108	3
Теплообменники энергетических установок/ Системы управления электроприводами, часть 2	8	32	16	16	-	76	Экзамен	108	3
Экология газокомпрессорных станций	8	24	12	12	-	48	Зачет	72	2
Всего на освоение модуля		925	454	245	226	1127		20 16	5 6

3. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О МОДУЛЕ

3.1. Соответствие результатов обучения в паспортах ООП и в модуле

[заполняется только в случае использования модуля для нескольких ООП]

Код ООП [в соответствии с титульным листом]	Результаты и их составляющие	Унифицированные составляющие результата обучения в рамках модуля
[код ООП согласно реестра ООП УрФУ]	РО1.[текст] [из табл.4 паспорта ООП]	
	3.1.Х. [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УЗ.1 [текст] [формулируется разработчиком]
	3.1.У. [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УЗ.2 [текст] [формулируется разработчиком]

	У.1.Х. [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УУ.1 [текст] [формулируется разработчиком]
	У.1.У. [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УУ.2 [текст] [формулируется разработчиком]

	В.1.Х [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УВ.1 [текст] [формулируется разработчиком]
	В.1.У [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УВ.2 [текст] [формулируется разработчиком]

[код ООП согласно реестра ООП УрФУ]	РО n.[текст] [из табл.4 паспорта ООП]	
	3.n.Х. [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УЗ.1 [текст] [формулируется разработчиком]
	3.n.У. [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УЗ.2 [текст] [формулируется разработчиком]

	У.n.Х. [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УУ.1 [текст] [формулируется разработчиком]
	У.n.У. [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УУ.2 [текст] [формулируется разработчиком]

	В.n.Х [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УВ.1 [текст] [формулируется разработчиком]
	В.n.У [текст] [из табл.4 паспорта ООП]	УВ.2 [текст] [формулируется разработчиком]

3.2. Результаты обучения

Заполняется в случае проектирования модуля для одной ООП.

Данный модуль используется для одной ОП, разработанной для направления 13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика» (УГН 13.00.00).

Изучение модуля направлено на формирование следующих компетенций:

3.2.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

Код	Текст
УК-2	Демонстрировать профессиональную, социальную, экологическую, правовую ответственность
ИК-1	Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности
ИК-2	Применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения проблем в профессиональной деятельности
ИК-3	Быть способным проектировать элементы оборудования и технологических схем для решения конкретных производственных задач
ИК-4	Выбирать и эффективно использовать оборудование, инструменты и методы для решения инженерных проблем

3.2.2. В соответствии с ФГОС ВОпо направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Код	Текст
ОПК-1	Способность 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
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
ПК-4	Способность проводить обоснование проектных решений
ПК-5	Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-6	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-7	Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике
ПК-8	Способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
ПК-11	Способность к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-12	Готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования
ПК-13	Способность участвовать в пуско-наладочных работах
ПК-14	Способность применять методы и технические средства эксплуатационных

	испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования
ПК-15	Способность оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования
ПК-16	Готовность к участию в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике

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

Код	Текст
ПК-1	Способность к конструкторской деятельности
ПК-2	Способность применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем
ПК-3	Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения
ПК-4	Способность представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации
ПК-5	Способность участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов
ПК-6	Готовность участвовать в испытаниях объектов профессиональной деятельности по заданной программе
ПК-7	Способность и готовность к обслуживанию технологического оборудования
ПК-9	Готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии
ПК-11	Способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности
ПК-12	Способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности
ПК-13	Способность осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности
ПК-14	Способность осуществлять сервисно-эксплуатационные работы на объектах профессиональной деятельности

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

Код	Текст
ДПК	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

3.3. Распределение результатов обучения по дисциплинам модуля

Унифицированные составляющие РО приведены из ОП, разработанной для направления 13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика» (УГН 13.00.00).

Результаты обучения для дисциплин модуля Специальный **профиля «Электропривод и автоматика»**, компетенции в соответствии с СУОС и ФГОС 13.03.02 направления «Электроэнергетика и электротехника»

табл.3.3.1

Составляющие результата обучения в рамках модуля	Составляющие результата обучения в рамках модуля																
	Теория автоматического управления, часть 1	Электротехническое и конструкционное материаловедение	Силовая электроника	Теория автоматического управления, часть 2	Метрология и электрические измерения	Электроснабжение	Теория электропривода, ч.1	Теория электропривода, ч. 2	Современные методы проектирования электроприводов	Газокомпрессорные станции	Системы управления электроприводами, часть 1	Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 1	Электропривод типовых механизмов	Системы управления электроприводами, ч. 2	Элементы систем автоматки	Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 2	Экология газокмпрессорных станций
УК-2																	*
ИК-1	*	*	*	*		*	*	*			*			*			
ИК-2	*			*			*	*			*	*		*		*	
ИК-3			*			*	*	*	*		*	*		*	*	*	
ИК-4								*				*					
ОПК-1											*					*	

ПК-3									*								*
ПК-4		*											*				
ПК-5		*	*				*	*		*							
ПК-6	*		*	*			*	*			*			*			
ПК-7	*			*						*	*			*			
ПК-8					*												
ПК-11		*														*	
ПК-12		*								*							
ПК-13		*								*							
ПК-14		*			*												
ПК-15		*								*							
ПК-16		*															
ДПК	*			*		*	*	*		*	*	*	*	*		*	

Результаты обучения для дисциплин модуля Специальный **профиля «Электропривод и автоматика»**, компетенции в соответствии с СУОС и ФГОС 13.03.03 направления «Энергетическое машиностроение»

табл.3.3.2

Составляющие результата обучения в рамках модуля																	
	Теория автоматического управления, часть 1	Электротехническое и конструкционное материаловедение	Силовая электроника	Теория автоматического управления, часть 2	Метрология и электрические измерения	Электроснабжение	Теория электропривода, ч.1	Теория электропривода, ч. 2	Современные методы проектирования электроприводов	Газокомпрессорные станции	Системы управления электроприводами, часть 1	Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 1	Электропривод типовых механизмов	Системы управления электроприводами, ч. 2	Элементы систем автоматики	Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 2	Экология газокомпрессорных станций
УК-2																	*
ИК-1	*	*	*	*		*	*	*		*			*				
ИК-2	*			*			*	*		*	*		*			*	
ИК-3			*			*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	
ИК-4								*				*					
ПК-3		*										*					
ПК-5												*					
ПК-6												*					
ПК-7									*								*
ПК-9		*	*														
ПК-11					*												
ПК-12					*					*							
ДПК									*								

Результаты обучения для дисциплин модуля Специальный профиль «Газотурбинные установки газокomppressorных станций», компетенции в соответствии с СУОС и ФГОС 13.03.03 направления «Энергетическое машиностроение»

табл.3.3.3

Составляющие результата обучения в рамках модуля	Материаловедение	Управление техническими системами	Детали машин	Метрология, стандартизация и сертификация	Компрессоры ГТУ	Газотурбинные установки	Динамика и прочность турбомашин, часть 1	Динамика и прочность турбомашин, часть 2	Газокomppressorные станции	Конвертированные ГТД	Теплообменники энергетических установок	Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты	Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА	Автоматическое регулирование газотурбинных установок	Принципы расчета и проектирования газовых	Электропривод типовых механизмов	Экология газокomppressorных станций
УК-2																	*
ИК-1	*	*	*			*								*			
ИК-4																*	
ПК-1			*												*		
ПК-2						*	*	*			*				*		
ПК-3	*		*			*	*	*			*					*	
ПК-4			*														
ПК-5						*	*	*			*					*	
ПК-6						*	*	*			*					*	
ПК-7					*	*			*	*	*			*			*
ПК-9	*	*				*	*	*			*			*			
ПК-11		*		*										*			
ПК-12					*				*	*	*						
ПК-13					*				*	*	*	*					
ПК-14					*				*	*	*	*	*				
ДПК	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Результаты обучения для дисциплин модуля Специальный профиль «Газотурбинные установки газокompрессорных станций», компетенции в соответствии с СУОС и ФГОС 13.03.02 направления «Электроэнергетика и электротехника»

табл.3.3.4

Составляющие результата обучения в рамках модуля	Компетенции																
	Материаловедение	Управление техническими системами	Детали машин	Метрология, стандартизация и сертификация	Компрессоры ГТУ	Газотурбинные установки	Динамика и прочность турбомашин, часть 1	Динамика и прочность турбомашин, часть 2	Газокompрессорные станции	Конвертированные ГТД	Теплообменники энергетических установок	Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты	Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА	Автоматическое регулирование газотурбинных установок	Принципы расчета и проектирования газовых	Электропривод типовых механизмов	Экология газокompрессорных станций
УК-2																	*
ИК-1			*														
ИК-4															*		
ПК-1																	
ПК-2																	
ПК-3			*														*
ПК-4			*												*		
ПК-5	*							*									
ПК-6																	
ПК-7								*									
ПК-8				*													
ПК-9																	
ПК-11																	
ПК-12	*							*									
ПК-13	*							*									
ПК-14				*													
ПК-15								*									

ДПК	*			*					*						*	
-----	---	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--

4. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ	3
СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ	4
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О МОДУЛЕ	6
Соответствие результатов обучения в паспортах ООП и в модуле	6
Результаты обучения.....	7
Распределение результатов обучения по дисциплинам модуля	9
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ.....	15
ОГЛАВЛЕНИЕ	16

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ГАЗОТУРБИННЫЕ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИЕ АГРЕГАТЫ

Рекомендована 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	Энергетическое ма- шиностроение	Газотурбинные установки газоко- мпрессорных стан- ций	5376	Б1.46.1
13.03.02	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и ав- томатика	5394	Б1.46.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Цай Светлана Станисла- вовна	-	ст. препо- даватель	Турбины и двига- тели	
2	Скороходов Александр Владими- рович	-	ст. препо- даватель	Турбины и двига- тели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра]*			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и автома- тизация промышленных установок [Выпускающая кафедра]*			А.В. Костылев	

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических со-
ветов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ГАЗОТУРБИННЫЕ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИЕ АГРЕГАТЫ»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- способность и готовность к обслуживанию технологического оборудования (ПК-7);
- способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности (ПК12);
- способность осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-13);
- способность осуществлять сервисно-эксплуатационные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-14).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- типовые конструкции оборудования энергоустановок и основы их эксплуатации;
- алгоритмы управления энергоустановок и вспомогательного оборудования;
- методы расчета и принципы конструирования основного и вспомогательного оборудования турбоустановок;

- типовые конструкции оборудования энергоустановок и методику их расчета;

уметь:

- анализировать физические процессы и принимать обоснованные решения в эксплуатации, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбоустановок;
- принимать правильные решения при отклонении работы оборудования от нормальных режимов;
- определять техническое состояние турбоустановок;

- анализировать аварийные ситуации и предпринимать действия по предупреждению или устранению неисправностей;
- принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбомашин;
- проектировать турбомашин;
- анализировать физические процессы и принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбоустановок;

владеть:

- практическими навыками понимания различных тепловых и технологических схем энергоустановок.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов седьмого семестра.

Дисциплина включает в себя углубленное изучение вопросов конструкции и работы центробежных нагнетателей на газокompрессорных станциях. Рассмотрены применяемые и перспективные схемы приводных ГТУ, переменные режимы турбомашин, характеристики основных блоков и систем газотурбинных газоперекачивающих агрегатов. Курс состоит из лекций, практических занятий и лабораторных работ.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		7
Аудиторные занятия	68	68
Лекции	34	34
Практические занятия	17	17
Лабораторные работы	17	17
Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	40	40
Промежуточная аттестация		3
Общий объем по учебному плану, час.	108	108
Общий объем по учебному плану, з.е.	3	3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела,	Раздел, тема дисциплины	Содержание
--------------	-------------------------	------------

темы		
P1	Введение	<p>Место курса в области газотурбостроения, применяемые и перспективные схемы приводных ГТУ. Стоимость жизненного цикла.</p>
P2	Переменные режимы турбомашин	<p>Переменный режим работы осевых компрессоров. Использование. Стоимость жизненного цикла.</p> <p>Изменение расхода через турбину в зависимости от начальных и конечных параметров. Графическое представление $\pi_t = f(G, n, T_t)$.</p> <p>Изменение теплоперепадов в различных ступенях и отсеках турбины на переменном режиме.</p> <p>Балансы расходов, степеней сжатия и расширения, мощностей отсеков турбин, компрессоров и нагрузки по валам.</p> <p>Приведенные расход и мощность ГТУ при изменении параметров атмосферного воздуха.</p> <p>Регулируемые и ограничиваемые параметры ГТУ. Располагаемая мощность привода. Оптимальная программа регулирования.</p> <p>Использование регулируемого соплового аппарата СТ в приводных ГТУ.</p>
P3	Центробежные нагнетатели природного газа (ЦНПГ)	<p>Промежуточная и концевая ступени ЦНПГ. Характерные геометрические параметры ступени ЦНПГ.</p> <p>торцевого типа. Сухие уплотнения.</p> <p>Переменный режим ЦНПГ и виды характеристик. Определение потребляемой мощности и КПД ЦН.</p> <p>Кинематика потока на входе и выходе рабочего колеса ступени ЦНПГ.</p> <p>Коэффициенты расхода, коэффициент теоретического напора и коэффициент удельной быстроходности ступени ЦН.</p> <p>Входные устройства ЦН, ННА и ВРА.</p> <p>Определяющие параметры рабочих колес ступени ЦН.</p> <p>Влияние углов β_2 и β_1 на напор и характеристику ступени ЦН.</p> <p>Технологические типы рабочих колес ЦН.</p> <p>Решетки лопаток рабочих колес ЦН.</p> <p>Влияние относительной ширины рабочих колес b_2/D_2 на показатели ступени ЦН.</p> <p>Статическая и динамическая прочность рабочих колес ЦН.</p> <p>Безлопаточные и лопаточные диффузоры ступени ЦН.</p> <p>Обратные направляющие аппараты. Сборные камеры и улитки ЦН.</p> <p>Помпаж в ЦНПГ; причины; предотвращение.</p> <p>Корпуса ЦНПГ. Соединение крышки и корпуса ЦН.</p> <p>Консольные и межопорные роторы ЦНПГ.</p>

		<p>Осевые усилия на роторы ЦН. Виды разгрузок. Электромагнитный подвес роторов. Уплотнения ЦН втулочного и Сменные проточные части ЦН и их влияние на характеристики.</p>
Р4	<p>Основные блоки и системы ГТ ГПА</p>	<p>Системы маслоснабжения приводных ГТУ и ЦН. Системы воздухоподготовки ГТУ и ГТД. Предотвращение обледенения входного тракта осевого компрессора. Защита от шума газотурбинных ГПА. Некоторые типичные неисправности систем газотурбинных ГПА.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1

Объем модуля (зач.ед.): 56

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Семестр обучения: 7

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)					Виды, количество и объемы мероприятий																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Всего (час.)	Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)								
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	или семинар, семинар-конференция, коллоквиум		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*		Курсовая работа*	Курсовой проект*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*		
P1	Введение.	1	1	1																										
P2	Переменные режимы турбомашин	38	24	12	6	6	14	6	2	2	2									1										
P3	Центробежные нагнетатели природного газа (ЦНПР)	51	35	16	8	11	16	14	5	4	5		2	1																
P4	Основные блоки и системы ГТ ГПА	14	8	5	3		6	4	2	2			2	1																
Всего (час.):		104	68	34	17	17	36	24	9	8	7		12	4					8											4
Всего по дисциплине (час.):		108																												

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час)
P2	1	Переменные режимы ГТУ (определение характеристик ГТУ, приведение результатов к нормальным условиям)	4
P3	2	Переменные режимы центробежных компрессоров (определение рабочей точки, нанесение на характеристику, приведение к нормальным условиям)	2
P2	3	Определение эффективности регенератора, влияние на характеристики ГТУ	2
P3	4	Определение основных геометрических характеристик рабочего колеса центробежного компрессора	4
P3	5	Профилирование рабочей лопатки рабочего колеса центробежного компрессора и оценка его напряженного состояния	3
P3	6	Оценка основных геометрических характеристик выходного устройства центробежного компрессора	2

Всего: 17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Схемы ГТУ, основные конструктивные особенности ГТУ различных производителей. Изменение параметров ГТУ различных схем на переменном режиме. Приведенные расход и мощность ГТУ при изменении параметров атмосферного воздуха. Диаграмма ограничения мощности ГТУ	6
P3	2	Конструкции ЦНПГ. Переменный режим ЦНПГ и виды характеристик. Работа с характеристиками. Выбор ЦНПГ для конкретных условий работы КС Определение потребляемой мощности и КПД ЦН.	8
P4	3	Основные блоки и системы ГТ ГПА	3

Всего: 17

1.3. Самостоятельная работа студентов

1.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Состав и конструктивные особенности ГТУ (конкретные схемы).
2. Состав и конструктивные особенности ЦНПГ (конкретные схемы).

1.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

1.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

1.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Расчет ГТУ на переменный режим.

1.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

1.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы)(индивидуального или группового)

не предусмотрено

1.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

1.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

1.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

1. Схемы приводных ГТУ.
2. Стоимость жизненного цикла .
3. Изменение расхода через турбину в зависимости от начальных и конечных параметров
4. Изменение теплоперепадов в различных ступенях и отсеках турбины на переменном режиме
5. Уравнения балансов расходов, степеней сжатия и расширения, мощностей отсеков турбин, компрессоров и нагрузки по валам.
6. Приведенные расход и мощность ГТУ при изменении параметров атмосферного воздуха
7. Располагаемая мощность привода
8. Коэффициенты расхода, коэффициент теоретического напора и коэффициент удельной быстроходности ступени ЦН
9. Определяющие параметры рабочих колес ступени ЦН.
10. Влияние углов β_2 и β_1 на напор и характеристику ступени ЦН
11. Технологические типы рабочих колес ЦН
12. Безлопаточные и лопаточные диффузоры ступени ЦН
13. Корпуса ЦНПГ. Соединение крышки и корпуса ЦН
14. Осевые усилия на роторы ЦН. Виды разгрузок
15. Электромагнитный подвес роторов.
16. Сухие уплотнения ГПА
17. Системы маслоснабжения приводных ГТУ и ЦН
18. Системы воздухоподготовки ГТУ и ГТД
19. Предотвращение обледенения входного тракта осевого компрессора
20. Защита от шума газотурбинных ГПА
21. Некоторые типичные неисправности систем газотурбинных ГПА

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич., семинар. занятия	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курс. проект (работа) (индивид. или групповой)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1 – P4	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)												
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*	*	*		*			*				
Командная работа		*	*										

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (9)	VII, 1-17	60
Выполнение домашней работы № 1	VII, 1-17	20
Выполнение домашней работы № 2	VII, 1-17	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – Зачет		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр,	Максимальная

	учебная неделя	оценка в баллах
Посещение практических занятий (8)	VII,1-17	60
Выполнение расчётной работы	VII, 1-17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям - 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лабораторных занятий	VII,1-17	60
Выполнение отчетов по лабораторным занятиям	VII,1-17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы
не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 7</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Ревзин Б.С. Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом. Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 269 с. (с учетом переизданий 34 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ревзин Б.С. Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты. М.: Недра, 1986, 215 с. (39 экз.).

2. Ревзин Б.С., Ларионов И.Д. Газотурбинные установки с центробежными нагнетателями для транспорта газа. М.: Недра, 1991. 303 с. (28 экз.).

3. Проскуряков Г.В. Приводные ГТУ и конвертированные ГТД для транспорта газа. Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ, 1999. 168 с. (72 экз.).

4. Теория и расчет турбокомпрессоров / К.П.Селезнев, Ю.Б.Галеркин, С.А.Анисимов и др. Л.: Машиностроение. 1986. 392 с. (21 экз.).

5. Ревзин Б.С., Тарасов А.В. Особенности конструкции одно- и двухступенчатых нагнетателей природного газа. Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УП. 2000. 102 с. (43 экз.)
6. Эксплуатация газоперекачивающих агрегатов. ГПА-Ц-16 / Т.Г.Артемова, М.Ю. Федорченко. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2001. 119 с. (хранится на кафедре 30 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Ревзин Б.С., Тарасов А.В., Марковский В.М. Тепловой расчет приводных газотурбинных установок на номинальный и переменный режимы работы. Учебное пособие. Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ. 2001. 61 с.
2. Ревзин Б.С. Переменные режимы осевых лопаточных машин ГТУ и ПТУ. Методические разработки. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006.36 с.

7.2. Программное обеспечение

не используется

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Сайт кафедры «Турбины и двигатели» www.tid-urfu.ru
2. Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ (<http://lib.urfu.ru/>).

7.4. Электронные образовательные ресурсы

Артемова Т.Г., Комаров О.В., Недошивина Т.А., Скороходов А.В. ИПМК (инструментально-программно-методический комплекс) «Эксплуатация компрессорных станций с газотурбинным приводом». ЭОР УрФУ. 2014. Режим доступа: Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12016>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОМПРЕССОРЫ ГТУ»	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	6
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1. Лабораторный практикум.....	8
4.2. Практические занятия	8
4.3. Самостоятельная работа студентов	9
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	9
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	9
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	9
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	9
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	9
4.3.6. <i>Примерная тематика курсового проекта (работы)(индивидуального или группового)</i>	9
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	9
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	9
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	10
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	10
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	10
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	10
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	11
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7.1. Рекомендуемая литература.....	11
7.1.1. Основная литература.....	11
7.1.2. Дополнительная литература	11
7.1.3. Методические разработки	11
7.2. Программное обеспечение	12
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12
7.4. Электронные образовательные ресурсы	12

7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	12
8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
	ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ

Рекомендована 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 газоко- мпрессорных стан- ций	5376	Б1.41.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и ав- томатика	5394	Б1.41.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Неволин Александр Михайлович	-	старший преподава- тель	Турбины и двига- тели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			Костылев А.В.	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ

Рабочая программа дисциплины 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
13.03.03/02.01	Энергетическое машиностроение	01.10.2015	1083
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	03.09.2015	955

1.1. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- 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 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 разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- типовые конструкции оборудования и компоновки турбоустановок и основы их эксплуатации;
- методы расчета и принципы конструирования основного и вспомогательного оборудования газотурбинных установок;

- физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в турбоустановках и их элементах;
- основные тенденции и перспективы развития технологий энергоустановок.

уметь:

- определять эффективность тепловых и технологических систем, эффективность работы оборудования турбоустановок;
- производить численные и экспериментальные исследования турбомашин по заданному алгоритму;
- принимать правильные решения при отклонении работы оборудования от нормальных режимов;
- выдвигать предположения по совершенствованию технологических операций и внедрению новых видов прогрессивной техники.

владеть:

- методами повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем турбоустановок при их проектировании;
- навыками проведения тепловых и технико-экономических расчетов по выбору и обоснованию оптимальных режимов работы турбоустановок;
- опытом проведения испытаний и/или исследования по заданному алгоритму;
- практическими навыками понимания различных тепловых и технологических схем турбоустановок.

1.2. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Газотурбинные установки» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов шестого семестра.

Дисциплина направлена на изучение конструкций деталей и узлов турбомашин, газотурбинных установок в процессе их жизненного цикла.

Дисциплина «Газотурбинные установки» базируется на результатах изучения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Инженерная графика» «Механика жидкости и газа», «Термодинамика».

1.3. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.4. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		6	
Аудиторные занятия	51	51	
Лекции	34	34	
Практические занятия	-	-	
Лабораторные работы	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		3	

Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раз-делов, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Определение термина «турбоустановка», различия в использовании терминов «турбоустановка», «турбоагрегат», «турбомашинa», «турбодвигатель» и т.п. Принципиальные тепловые схемы простейших газотурбинных установок (ГТУ). Основные элементы турбоустановки, их назначение. Краткий исторический обзор развития ГТУ и газовых турбин в транспортных установках, в энергетике (на ТЭС и АЭС), и других отраслях техники и промышленности.
P2	Тепловые схемы и циклы газотурбинных установок	Теоретический и реальный простой цикл. Оптимальная степень повышения давления. Влияние начальной и конечной температуры цикла, внутренних потерь энергии в турбине и компрессоре на показатели ГТУ. Эффективный КПД и эффективная мощность ГТУ. Оптимизация параметров цикла с помощью ЭВМ. Использование метода малых отклонений для анализа мощности и эффективности ГТУ и ее элементов. Цикл ГТУ с регенерацией теплоты. Влияние степени регенерации на экономичность и стоимость ГТУ. Влияние гидравлических сопротивлений на показатели ГТУ. ГТУ с промежуточным охлаждением рабочего тела и промежуточным подводом тепла. Возможные приближения к циклу Карно. Перспективы реализации сложных циклов.
P3	Переменные режимы работы газотурбинных установок	Характеристика турбины при изменении режима работы. Показатели экономичности ГТУ различных тепловых схем при переменной мощности и изменении температуры воздуха. Способы регулирования. Характеристика компрессора и потребителей мощности (нагнетателя природного газа, электрогенератора, и др.). Область возможных режимов работы ГТУ. Запуск ГТУ, пусковые и переходные режимы работы ГТУ.
P4	Основные системы газотурбинных установок и компоновка оборудования	Воздействие аэрозолей на ГТУ. Система воздухоподготовки для стационарных ГТУ. Воздухозаборные устройства, тракт и газовыпускные устройства стационарных ГТУ. Борьба с обледенением входного тракта. Шумоглушение основных элементов стационарных ГТУ. Другие вопросы защиты окружающей среды. Система маслоснабжения ГТУ, охлаждение масла.

P5	Газотурбинные установки в различных областях народного хозяйства	Тепловые схемы энергетических ГТУ открытого типа. Влияние характеристики нагрузки на выходные показатели энергетических ГТУ. Влияние регенерации и утилизации тепла уходящих газов. ГТУ для компрессорных станций газопроводов. Сравнение различных схем приводных ГТУ. Проблемы утилизации тепла в приводных ГТУ и способы их решения. Применение ГТУ в технологических процессах. Газотурбинные двигатели в воздушном, морском, железнодорожном и автомобильном транспорте. Возможности и перспективы их использования в народном хозяйстве. Турбонаддув двигателей внутреннего сгорания (ДВС).
P6	Комбинированные парогазовые установки	Термодинамические основы комбинированных парогазовых установок (ПГУ). Циклы и схемы сбросных ПГУ с низконапорным парогенератором (ПГУ с НПП). Бинарные (утилизационные) ПГУ с утилизационным парогенератором (ПГУ с КУ). Парогазовые установки с высоконапорным парогенератором (ПГУ с ВПП). Влияние параметров газового и парового контуров на показатели ПГУ. Достоинства и недостатки. Перспективы применения в энергетике. Перспективы использования газифицированного твердого топлива. Контактные газопаровые установки (ГТУ с подмешиванием пара из КУ).

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач.ед.):56

Объем дисциплины (зач.ед.):3

Семестр: 6

Раздел дисциплины			Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																														
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)														
								Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет при отсутствии экзамена	Экзамен									
P1	Введение	3	2	2			1	1	1																												
P2	Тепловые схемы и циклы газотурбинных установок	55	25	16		9	30	16	9		7												1														
P3	Переменные режимы работы газотурбинных установок	15	8	6		2	7	7	5		2																										
P4	Основные системы газотурбинных установок и компоновка оборудования	16	8	4		4	8	6	3		3															2	1										
P5	Газотурбинные установки в различных областях народного хозяйства	11	6	4		2	5	5	3		2																										
P6	Комбинированные парогазовые установки	4	2	2			2	2	2																												
Всего (час.), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:		104	51	34		17	53	37	23		14												14			2	2								4		
Всего по дисциплине (час.):		108																																			

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Нахождение показателей ГТУ для теоретического и реального цикла	2
P2	2	Изучение тепловых схем и циклов ГТУ открытого типа	5
P2	3	Нахождение оптимальной степени сжатия в компрессоре в идеальном и реальном простых циклах	2
P3	4	Изучение влияния температуры наружного воздуха и температуры продуктов сгорания на показатели цикла ГТУ	2
P4	5	Изучение вариантов конструкций ГТУ и вспомогательного оборудования	4
P5	5	Изучение конструкции и принципа работы ГТУ закрытого цикла	2

Всего: 17

4.2. Практические занятия

не предусмотрено

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

не предусмотрено

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

1) Тепловой расчет схемы ГТУ на номинальный режим работы

2) Тепловой расчет схемы ГТУ на переменный режим работы

4.3.6. *Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)*

не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

Описание конструкции, компоновки и назначения оборудования газотурбинной установки по чертежу.

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

- 1) Теоретический цикл простой ГТУ.
- 2) Реальный цикл простой ГТУ.
- 3) Коэффициент полезной работы и удельная полезная работа реальной ГТУ.
- 4) Влияние температур воздуха и газа на полезную работу, мощность и КПД ГТУ.
- 5) Влияние КПД компрессора и турбины на полезную работу и КПД ГТУ.
- 6) Цикл ГТУ с регенерацией.
- 7) Связь степени регенерации и оптимальной степени сжатия регенеративной ГТУ.
- 8) Влияние температуры воздуха и газа и КПД компрессора и турбины на КПД регенеративной ГТУ.
- 9) ГТУ с промежуточным охлаждением воздуха.
- 10) ГТУ с промежуточным подводом тепла.
- 11) Регенерация в схемах ГТУ с промежуточным охлаждением и промежуточным подогревом.
- 12) Универсальная характеристика компрессора.
- 13) Запуск ГТУ (основные этапы).
- 14) Воздействие аэрозолей на работу ГТУ, основные принципы защиты ГТУ от пыли.
- 15) Обледенение ГТУ и борьба с ним.
- 16) Снижение температуры воздуха перед компрессором в жаркое время года.
- 17) Основные источники шума ГТУ.
- 18) Борьба с шумом ГТУ.
- 19) Система маслоснабжения ГТУ. Охлаждение масла-смазки ГТУ
- 20) Применение ГТУ в энергетике.
- 21) Применение ГТУ в транспорте.
- 22) ГТУ для газоперекачивающих станций.
- 23) Комбинированные парогазовые установки.
- 24) ГТУ закрытого цикла.
- 25) Перспективы развития ГТУ

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисци- плины	Активные и интерак- тивные методы обуче- ния	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	Подготовка к ауд. заняти- ям	Курсовой проект	Курсовая работа	Расчетно-граф. работа	Расчетная работа	Контрольная работа	Домашняя работа	Реферат	Коллоквиум
Р1 – Р6	Методы активного обу- чения												
	Проектная работа				*			*					
	Обучение на основе												

опыта (кейс-анализ, case-study)																				
Имитационные технологии (деловые игры и др.)																				
Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*		*	*			*		*											
Командная работа			*																	
Другие (указать, какие)																				
Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение																				
Сетевые учебные курсы																				
Виртуальные практикумы и тренажеры																				
Вебинары и видеоконференции																				
Асинхронные web-конференции и семинары																				
Совместная работа и разработка контента																				
Другие (указать, какие)																				

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (17)	VI, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,5		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных работах (8)	VI, 1-17	18
Расчетно-графическая работа № 1 (Тепловой расчет схемы ГТУ на номинальный режим работы)	VI, 6	30
Расчетно-графическая работа № 2 (Тепловой расчет схемы ГТУ на переменный режим работы)	VI, 11	30
Контрольное мероприятие: «Описание конструкции, компоновки и назначения оборудования газотурбинной установки по чертежу»	VI, 14	22
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 6</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Б.С. Ревзин Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом: Учебное пособие.- Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2008.- 270 с. (с учетом переизданий 35 экз.).
2. Энергетические газотурбинные установки стационарного типа: Учебное пособие/ Б.С. Ревзин, О.В. Комаров. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 284 с. (хранится на кафедре 30 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Стационарные газотурбинные установки: Справочник/под ред. Л.В. Арсентьева и В.Г. Тарышкина.- Л.: Машиностроение, 1989.- 543 с. (28 экз.).
2. Костюк А.Г. Газотурбинные установки: Учебное пособие.- М.: Высшая школа, 1979.- 536 с. (28 экз.).
3. Шнеэ Я.И., Капинос В.М., Котляр И.в. Газовые турбины, ч. 1.: Учебное пособие.- М.: Высшая школа, 1976.-296 с. (с учетом переизданий 25 экз.).
4. Ревзин Б.С., Ларионов И.Д. Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа: Справочное пособие.- М.: Недра, 1991.-303 с. (28 экз.).
5. Б.С. Ревзин, О.В. Комаров Стационарные газотурбинные энергетические установки фирмы «Дженерал электрик»: Учебное пособие.- Екатеринбург: ФГАОУ ВПО УрФУ, 2010.- 30 с. (19 экз.).

1.1.3. Методические разработки

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

7.2. Программное обеспечение

не используется

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Сайт кафедры «Турбины и двигатели» УрФУ <http://tid-urfu.ru>
2. Сайт газотранспортной отрасли <http://www.turbinist.ru/>
3. Официальный интернет-сайт ОАО «Газпром»: <http://www.gazprom.ru/>
4. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>
5. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>.

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. 1. Артемова Т.Г., Волкова А.А., Комаров О.В., Недошивина Т.А., Новиков В.А., Скороходов А.В., Федорченко М.Ю. Учебно-методический комплекс (ИОП) «Эксплуатация компрессорных станций с газотурбинным приводом». Электронное издание. 2008. Режим доступа: Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ – <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/8483>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ	3
1.1. Цели дисциплины	3
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	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.2. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.3. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.4. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1. Лабораторные работы	8
4.2. Практические занятия	8
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	8
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>8</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>8</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>8</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов).....</i>	<i>8</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>8</i>
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>8</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>8</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>8</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	8
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	9
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 10	
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	10
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	10
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	11
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7.1. Рекомендуемая литература.....	11
7.1.1. Основная литература	11

7.1.2. Дополнительная литература.....	11
1.1.3. Методические разработки.....	11
7.2. Программное обеспечение.....	12
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12
7.4. Электронные образовательные ресурсы.....	12
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы).....	12
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	14

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ТУРБОМАШИН, ЧАСТЬ 1

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	Б1.43.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.43.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Плотников П.Н.	д. техн. наук	профессор	Турбины и двига- тели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра*]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			Костылев А.В.	

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ, Ч. 1

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

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

- 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 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);
- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные терминологические понятия, связанные с вопросами динамики и прочности деталей турбомашин;
- условия работы деталей турбомашин и важнейшие факторы, определяющие их надежность;
- иметь четкие представления о конструктивных элементах деталей, их связи с общей конструкцией агрегата;
- основные методы расчета распределения напряжений и деформаций, в том числе при колебаниях деталей;
- методику выбора материалов и назначения величин допускаемых напряжений;

- численные методы расчета и методику использования ЭВМ;
- методы экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния деталей и узлов турбомашин.

уметь:

- решать задачи прочности и надежности деталей турбомашин с помощью прикладных программ на ПК;
- правильно выбирать материалы и назначать допускаемые напряжения для конкретных деталей турбомашин;
- выбирать методы расчета распределения напряжений и деформаций, в том числе при колебаниях деталей;
- анализировать результаты расчетных и экспериментальных исследований и разрабатывать рекомендации по улучшению эксплуатационных показателей надежности оборудования.

владеть:

- навыками работы в современных программных продуктах, позволяющих моделировать и управлять прочностью и надежностью деталей турбомашин;

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Динамика и прочность, ч.1» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 144 уч. часов шестого семестра.

Дисциплина направлена на изучение конструкций деталей и узлов турбомашин, расчетных и экспериментальных методов анализа прочностного и вибрационного состояния деталей и узлов газотурбинных установок в процессе их жизненного цикла.

Дисциплина «Динамика и прочность, ч.1» базируется на результатах изучения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Инженерная графика» «Механика жидкости и газа», «Термодинамика».

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		6	
Аудиторные занятия	68	68	
Лекции	34	34	
Практические занятия	17	17	
Лабораторные работы	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	76	76	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э	
		(К.Р.)	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	144	144	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	4	4	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие положения. Прочность материалов.	
P1.T1	Условия работы деталей турбомашин	Особенности условий работы материалов и деталей турбомашин. Виды воздействий. Законы деформирования. Виды напряженно-деформированных состояний деталей турбомашин. Критерии прочности деталей турбомашин. Надежность турбомашин.
P1.T2	Материалы деталей турбомашин и их свойства	Требования к материалам деталей турбомашин. Выбор материалов деталей турбин и компрессоров. Механические характеристики материалов. Выбор допускаемых напряжений и запасов прочности материалов в турбостроении.
P1.T3	Особенности расчетов деталей турбомашин	Расчеты термонапряженных деталей (торможение смежными деталями и смежными волокнами). Усталость, термоусталость и малоцикловая усталость. Ползучесть и длительная прочность материалов. Релаксация напряжений. Концентрация напряжений в деталях турбомашин и меры ее уменьшения. Эрозия материалов в турбомашин.
P2	Рабочие лопатки турбомашин. Расчеты на прочность.	
P2.T1	Конструкции лопаток.	Конструкции рабочих лопаток. Основные элементы лопатки, расчетные сечения и размеры. Геометрические характеристики сечений лопаток и их расчет.
P2.T2	Расчет лопаток на растяжение	Расчет рабочих лопаток на растяжение под действием центробежных сил (для лопаток постоянного и переменного по высоте сечения). Вытяжка лопаток.
P2.T3	Расчет лопаток на изгиб.	Газодинамические силы и изгибающие моменты, действующие на лопатки. Расчет напряжений изгиба. Суммарные напряжения изгиба и растяжения. Наиболее нагруженные точки поперечных сечений рабочих лопаток.
P2.T4.	Расчет лопаток на кручение и изгиб. Термонапряжения.	Изгиб и кручение лопаток под действием центробежных сил инерции. Температурные напряжения в лопатках.
P2.T5.	Расчет на прочность хвостовиков рабочих лопаток	Расчет на прочность Т-образного, вильчатого, елочного, хвостовиков рабочих лопаток. Концентрация напряжений в хвостовиках. Расчет на прочность хвостовика типа «ласточкин хвост», зубчикового хвостовика рабочей лопатки.
P2.T6.	Расчет на прочность бандажей рабочих лопаток	Расчет на прочность ленточного бандажа и шипа лопатки, Расчет бандажной и антивибрационной полки рабочей лопатки.
P3	Роторы и диски турбомашин.	
P3.T1	Классификации и конструкции.	Классификации и конструкции роторов турбомашин. Конструкции дисков турбин, их классификации. Автофретированные и термофретированные диски. Материалы роторов и дисков.
P3.T2.	Расчет на прочность роторов и дисков	Расчет на прочность ротора барабанного типа. Практические приемы расчета дисков сложного профиля. Метод двух расчетов. Расчет температурных напряжений в дисках турбомашин.

Р3.Т3.	Расчет на прочность роторов и дисков	Расчет посадок дисков. Особенности расчета валов турбомашин. Оценка прочности вала турбины при коротком замыкании ротора генератора. Муфты турбомашин, конструкции, расчет на прочность.
Р4.	Корпуса турбомашин	
Р4.Т1.	Классификации и конструкции корпусов турбомашин	Классификации и конструкции корпусов турбомашин, схемы опирания и обеспечение свободы термических расширений.
Р4.Т2.	Расчет на прочность на прочность корпуса турбомашин	Расчет корпуса турбомашин: определение толщины стенки. Расчет фланцевых соединений корпусов турбин (расчет затяжки, расчет шпильки на прочность, расчет фланца на изгиб).
Р5.	Системы маслоснабжения турбин и подшипники	
Р5.Т1	Системы маслоснабжения турбин	Система маслоснабжения газовой турбины. Турбинные масла. Требования к маслам, свойства турбинных масел и их эксплуатационные характеристики.
Р5.Т2	Подшипники турбомашин	Классификации подшипников турбомашин. Преимущества и недостатки подшипников скольжения. Факторы, влияющие на несущую способность опорных подшипников скольжения. Принцип работы опорного подшипника. Методика расчета опорного подшипника скольжения.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Семестр 6

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач.ед.):56

Объем дисциплины (зач.ед.):4

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)	Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																												
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы		Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)									
		Всего							Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	НИИ семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет при отсутствии экзамена	Экзамен			
P1	Общие положения. Прочность материалов	21	16	6	4	6	5	5	2	1	2																			Зачет при наличии экзамена Зачет при отсутствии экзамена	Экзамен
P2	Рабочие лопатки турбомашин.Расчеты на прочность	35	27	10	9	8	8	8	3	3	2																				
P3	Роторы и диски турбомашин	37	13	10		3	24	4	3		1																				
P4	Корпуса турбомашин	10	8	4	4		2	2	1	1																					
P5	Системы маслоснабжения турбин и подшипники	5	4	4			1	1	1																						
Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:		108	68	34	17	17	40	20	10	5	5				20																
Всего по дисциплине (час.):		144																													

Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:

Всего по дисциплине (час.): 144

36

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без подготовки к аттестационным мероприятиям»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на выполнение работы (час)
P1.T2.	1	Определение собственных частот и форм колебаний лопаток турбомашин методом свободных колебаний.	2
P1.T2.	2	Определение собственных частот и форм колебаний лопаток турбомашин методом вынужденных колебаний.	2
P1.T2.	3	Определение распределения напряжений в колеблющейся лопатке методом тензометрирования.	2
P2.T1.	4	Определение собственных частот и форм колебаний диска турбомашин методом вынужденных колебаний.	2
P3.T2.	5	Определение критических частот вращения ротора с дисками.	3
P2.T2	6	Исследование напряженного состояния хвостовиков лопаток поляризационно-оптическим методом.	3
P2.T1.	7	Исследование распределения напряжений в облопаченном колеблющемся диске турбомашин методом тензометрирования.	3

Всего: 17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1.T2	1	Знакомство с ANSYS	2
P2.T2	2	Расчет рабочей лопатки на прочность	5
P2.T5	3	Расчет на прочность Т-образного хвостовика	4
P4.T2	4	Расчет фланцевого соединения горизонтального разъема корпуса турбины	4
P1.T3	5	Определение коэффициентов концентрации напряжений в районе галтельных переходов от рабочей части к полке хвостовика лопаток	2

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

- Анализ напряженно-деформированного состояния диска турбомашин аналитическими методами

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Особенности условий работы материалов и деталей турбомашин. Виды воздействий.
2. Законы деформирования. Виды напряженно-деформированных состояний деталей турбомашин.
3. Критерии прочности деталей турбомашин.
4. Надежность турбомашин.
5. Механические характеристики материалов. Требования к материалам деталей турбомашин.
6. Расчеты термонапряженных деталей (торможение смежными деталями).
7. Расчеты термонапряженных деталей (торможение смежными волокнами детали).
8. Усталость, термоусталость и малоцикловая усталость.
9. Ползучесть и длительная прочность материалов. Релаксация напряжений.
10. Концентрация напряжений в деталях турбомашин и меры ее уменьшения.
11. Эрозия материалов в турбомашинах.
12. Выбор допускаемых напряжений и запасов прочностиматериалов в турбостроении.
13. Выбор материалов деталей турбин и компрессоров.
14. Геометрические характеристики сечений лопаток и их расчет.
15. Конструкции рабочих лопаток. Основные элементы лопатки, расчетные сечения и размеры.
16. Расчет рабочих лопаток на растяжение под действием центробежных сил (для лопаток постоянного по высоте сечения).
17. Расчет рабочих лопаток на растяжение под действием центробежных сил (для лопаток переменного по высоте сечения).
18. Вытяжка лопаток.
19. Газодинамические силы и изгибающие моменты, действующие на лопатки. Расчет напряжений изгиба.
20. Суммарные напряжения изгиба и растяжения. Наиболее нагруженные точки поперечных сечений рабочих лопаток.
21. Изгиб и кручение лопаток под действием центробежных сил инерции. Температурные напряжения в лопатках.
22. Расчет на прочность Т-образного хвостовика рабочей лопатки.
23. Расчет на прочность вильчатого хвостовика рабочей лопатки.
24. Расчет на прочность елочного хвостовика рабочей лопатки и концентрация напряжений.
25. Расчет на прочность хвостовика типа «ласточкин хвост».
26. Расчет на прочность зубчатого хвостовика рабочей лопатки.

27. Расчет на прочность ленточного банджа и шипа лопатки,
28. Расчет бандажной и антивибрационной полки рабочей лопатки.
29. Классификации и конструкции роторов турбомашин.
30. Конструкции дисков турбин, их классификации. Автофретированные диски.
31. Расчет на прочность ротора барабанного типа.
32. Практические приемы расчета дисков сложного профиля. Метод двух расчетов.
33. Расчет температурных напряжений в дисках турбомашин. Материалы роторов и дисков.
34. Расчет посадок дисков.
35. Особенности расчета валов турбомашин.
36. Оценка прочности вала турбины при коротком замыкании ротора генератора.
37. Муфты турбомашин, конструкции, расчет на прочность.
38. Классификации и конструкции корпусов турбомашин, схемы опирания и обеспечение свободы термических расширений.
39. Расчет корпуса турбомашин: определение толщины стенки.
40. Расчет фланцевых соединений корпусов турбин (расчет затяжки, расчет шпильки на прочность, расчет фланца на изгиб).
41. Система маслоснабжения газовой турбины.
42. Турбинные масла. Требования к маслам, свойства турбинных масел и их эксплуатационные характеристики.
43. Классификации подшипников турбомашин. Преимущества и недостатки подшипников скольжения.
44. Факторы, влияющие на несущую способность опорных подшипников скольжения.
45. Принцип работы опорного подшипника.
46. Методика расчета опорного подшипника скольжения.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч.	Расчетная работа (проектная работа)	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум	
P1 – P5	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)		*										
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)		*	*									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский		*							*			

метод и т.п.)																			
Командная работа		*																	
Другие (указать, какие)																			
Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение																			
Сетевые учебные курсы																			
Виртуальные практикумы и тренажеры																			
Вебинары и видеоконференции																			
Асинхронные web-конференции и семинары																			
Совместная работа и разработка контента																			
Другие (указать, какие)																			

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VI, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в практических занятиях	VI, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <i>не предусмотрено</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных занятиях	VI, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы	Сроки	Макс.оценка
Выполнение расчетной части	VI, 1-17	40
Выполнение чертежей	VI, 1-17	30
Оформление пояснительной записки	VI, 1-17	30
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы – 0,4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы – защиты – 0,6		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 6	к сем. 6=1.0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. 1 Динамика и прочность турбомашин : учеб.для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. «Энергомашиностроение» / А. Г. Костюк .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: МЭИ, 2007 .— 476 с. (с учетом переизданий 69 экз.)

7.1.2. Дополнительная литература

1. 1. Костюк А.Г., Трухний А.Д., Куменко А.И. Сборник задач по динамике и прочности турбомашин. М.: Машиностроение, 1990. 336 с. (19 экз.).

2. Левин А.В. и др. Прочность и вибрация лопаток и дисков паровых турбин. Л.: Машиностроение, 1981. 710 с. Режим доступа:

<http://bookre.org/reader?file=531184>

3. Манушин Э.А., Суровцев И.Г. Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок. М.: Машиностроение, 1990. 339 с. (10 экз.).

4. Ревзин Б.С., Ларионов И.Д. Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа. Справочное пособие. – М.: Недра, 1991. 303 с. (28 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Анализ напряженно-деформированного состояния диска турбомашин: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Динамика и прочность турбомашин» для студентов, обучающихся по программе прикладного бакалавриата по направлениям подготовки 13.03.03 (141100) «Энергетическое машиностроение» / А.В. Кистойчев: УрФУ, 2014

7.2. Программное обеспечение

1. Корпоративные версии продуктов Microsoft: ОС Windows 7.

2. ANSYS Student (demo/trial-версия программы).

3. Пакет прикладных программ для расчета на прочность деталей турбомашин (Плотников П.Н.).

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Интернет-ресурсы: www.power-m.ru; www.utz.ru; www.turboatom.com.ua.

7.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ, Ч.	
1	3	
1.1.	Цели дисциплины	3
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3.	Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4.	Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5.	Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2.	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
3.1.	Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4.	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1.	Лабораторный практикум.....	8
4.2.	Практические занятия	8
4.3.	Примерная тематика самостоятельной работы	8
4.3.1.	<i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>8</i>
4.3.2.	<i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>8</i>
4.3.3.	<i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>8</i>
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов).....</i>	<i>9</i>
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.6.	<i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>9</i>
4.3.7.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.8.	<i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>9</i>
4.4.	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5.	СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	10
6.	ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	
11		
6.1.	Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	11
6.2.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	11
6.3.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	12
6.4.	Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	12
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7.1.	Рекомендуемая литература.....	12
7.1.1.	Основная литература	12
7.1.2.	Дополнительная литература.....	12
7.2.	Программное обеспечение	12
7.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12
7.4.	Электронные образовательные ресурсы	13

7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	13
8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	13
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
	ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ТУРБОМАШИН, ЧАСТЬ 2

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 газокон- прессорных стан- ций	5376	Б1.45.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и ав- томатика	5394	Б1.45.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Плотников П.Н.	д. техн. наук	профессор	Турбины и двига- тели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра*]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			Костылев А.В.	

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ, Ч. 2

Рабочая программа дисциплины 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 ВПО	
		Дата	Номер приказа
13.03.03	Энергетическое машиностроение	01.10.2015	1083
13.03.02	Электроэнергетика и электротех- ника	03.09.2015	955

1.1. Цели дисциплины

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

- 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 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);
- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные терминологические понятия, связанные с вопросами динамики и прочности деталей турбомашин;
- условия работы деталей турбомашин и важнейшие факторы, определяющие их надежность;
- иметь четкие представления о конструктивных элементах деталей, их связи с общей конструкцией агрегата;
- основные методы расчета распределения напряжений и деформаций, в том числе при колебаниях деталей;
- методику выбора материалов и назначения величин допускаемых напряжений;

- численные методы расчета и методику использования ЭВМ;
- методы экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния деталей и узлов турбомашин.

уметь:

- решать задачи прочности и надежности деталей турбомашин с помощью прикладных программ на ПК;
- правильно выбирать материалы и назначать допускаемые напряжения для конкретных деталей турбомашин;
- выбирать методы расчета распределения напряжений и деформаций, в том числе при колебаниях деталей;
- анализировать результаты расчетных и экспериментальных исследований и разрабатывать рекомендации по улучшению эксплуатационных показателей надежности оборудования.

владеть:

- навыками работы в современных программных продуктах, позволяющих моделировать и управлять прочностью и надежностью деталей турбомашин;

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Динамика и прочность, ч.2» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 144 уч. часов шестого семестра.

Дисциплина направлена на изучение конструкций деталей и узлов турбомашин, расчетных и экспериментальных методов анализа прочностного и вибрационного состояния деталей и узлов газотурбинных установок в процессе их жизненного цикла.

Дисциплина «Динамика и прочность, ч.2» базируется на результатах изучения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Инженерная графика» «Механика жидкости и газа», «Термодинамика», «Динамика и прочность, ч.1».

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		7	
Аудиторные занятия	68	68	
Лекции	34	34	
Практические занятия	17	17	
Лабораторные работы	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	76	76	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	144	144	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	4	4	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1.	Колебания механических систем. Колебания лопаток.	
P1.T1.	Общие вопросы механических колебаний.	Понятие о колебаниях. Классификация колебательных систем и колебательных процессов. Общее уравнение движения при колебаниях системы с одной степенью свободы. Свободные колебания системы без трения, Свободные колебания системы с трением. Вынужденные колебания систем под воздействием внешней гармонической силы. Поперечные колебания прямого стержня с распределенной массой (параметрами).
P1.T2.	Колебания невращающихся рабочих лопаток.	Колебания единичных лопаток. Виды. Формы, Причины колебаний лопаток. Определение частот и форм собственных колебаний единичной лопатки. Влияние различных факторов на частоты собственных колебаний рабочих лопаток.
P1.T3	Колебания вращающихся рабочих лопаток	Частота собственных колебаний вращающейся лопатки. Формы колебаний пакетов лопаток. Напряжения в лопатке при колебаниях. Пакетный множитель, Частота собственных колебаний лопаток переменного профиля. Крутильные колебания лопаток.
P1.T4.	Вибронадежность лопаточного аппарата.	Вибронадежность лопаточного аппарата, О частотной отстройке лопаток. Вибрационная диаграмма.
P2.	Колебания дисков.	
P2.T1.	Колебания дисков.	Формы колебаний дисков. Уравнение изгиба диска при колебаниях. Колебания вращающихся дисков. Диаграмма колебаний вращающегося диска.
P3.	Колебания роторов и валов турбомашин	
P3.T1	Критические частоты вращения валов.	Критическая частота вращения вертикального и горизонтального вала на примере невесомого вала с одним диском. Критическая частота вращения вала постоянного диаметра. Влияние гироскопического момента диска на частоту собственных колебаний вала.
P3.T2.	Колебания роторов	Влияние различных факторов на критические частоты вращения валов турбомашин. Причины колебаний роторов турбомашин.
P3.T3	Автоколебания роторов турбомашин.	Самовозбуждающиеся колебания ротора за счет сил масляного возбуждения. Самовозбуждающиеся колебания ротора за счет венцовых сил.
P3.T4.	Вибрационное состояние турбоагрегатов	Анализ вибрационного состояния турбоагрегатов. Нормирование вибрации. Нормы вибрации подшипников и валопроводов турбин. Меры снижения вибрации турбоагрегатов.
P3.T5.	Вибронадежность турбо-	Устойчивость роторной системы. Влияние баланси-

	машин	ровки и неустойчивости свойств ротора на его вибрацию. Крутильные колебания ротора.
--	-------	-------------------------------------------------------------------------------------

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1.Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на выполнение работы (час)
P1.T2.	1	Определение собственных частот и форм колебаний лопаток турбомашин методом свободных колебаний.	2
P1.T2.	2	Определение собственных частот и форм колебаний лопаток турбомашин методом вынужденных колебаний.	2
P1.T2.	3	Определение распределения напряжений в колеблющейся лопатке методом тензометрирования.	2
P2.T1.	4	Определение собственных частот и форм колебаний диска турбомашин методом вынужденных колебаний.	2
P3.T2.	5	Определение критических частот вращения ротора с дисками.	4
P2.T2	6	Исследование напряженного состояния хвостовиков лопаток поляризационно-оптическим методом.	3
P2.T1.	7	Исследование распределения напряжений в облопаченном колеблющемся диске турбомашин методом тензометрирования.	2

Всего: 17

4.2.Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1.T2	1	Расчет собственных частот рабочей лопатки, находящейся в состоянии покоя	2
P1.T3	2	Расчет собственных частот вращающейся рабочей лопатки. Построение Кэмпбэлл-диаграммы	2
P1.T4	3	Расчет собственных частот рабочих лопаток, замкнутых на круг	5
P3.T1	4	Построение модели валопровода турбоагрегата	3
P3.T2	5	Определение собственных частот роторов.	3
P3.T4	6	Расчет вынужденных колебаний роторов	2

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

- Анализ напряженно-деформированного состояния диска турбомашин методом конечных элементов

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Понятие о колебаниях. Классификация колебательных систем и колебательных процессов.
2. Общее уравнение движения при колебаниях системы с одной степенью свободы.
3. Свободные колебания системы без трения.
4. Свободные колебания системы с трением.
5. Вынужденные колебания систем под воздействием внешней гармонической силы.
6. Поперечные колебания прямого стержня с распределенной массой (параметрами).
7. Колебания единичных лопаток. Виды. Формы.
8. Причины колебаний лопаток.
9. Определение частот и форм собственных колебаний единичной лопатки.
10. Влияние различных факторов на частоты собственных колебаний рабочих лопаток.
11. Частота собственных колебаний вращающейся лопатки.
12. Формы колебаний пакетов лопаток.
13. Напряжения в лопатке при колебаниях. Пакетный множитель.
14. Частота собственных колебаний лопаток переменного профиля.
15. Крутильные колебания лопаток.
16. Вибронадежность лопаточного аппарата.
17. О частотной отстройке лопаток. Вибрационная диаграмма.
18. Формы колебаний дисков. Уравнение изгиба диска при колебаниях.
19. Колебания вращающихся дисков. Диаграмма колебаний вращающегося диска.
20. Критическая частота вращения вертикального вала на примере невесомого вала с одним диском.
21. Критическая частота вращения горизонтального вала на примере невесомого вала с одним диском.
22. Критическая частота вращения вала постоянного диаметра.
23. Влияние гироскопического момента диска на частоту собственных колебаний вала.
24. Влияние различных факторов на критические частоты вращения валов турбомашин.

25. Причины колебаний роторов турбомашин.
 26. Самовозбуждающиеся колебания ротора за счет сил масляного возбуждения.
 27. Самовозбуждающиеся колебания ротора за счет венцовых сил.
 28. Анализ вибрационного состояния турбоагрегатов.
 29. Нормирование вибрации. Нормы вибрации подшипников турбин.
 30. Нормирование вибрации. Нормы вибрации валопроводов турбин.
 31. Меры снижения вибрации турбоагрегатов.
 32. Устойчивость роторной системы.
 33. Влияние балансировки и неустойчивости свойств ротора на его вибрацию.
 34. Крутильные колебания ротора.
- 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч.	Расчетная работа (проектно-графическая работа)	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум	
Р1 – Р3	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)		*										
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)		*	*									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		*							*			
	Командная работа		*										
	Другие (указать, какие)												
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение												
	Сетевые учебные курсы												
	Виртуальные практикумы и тренажеры												
	Вебинары и видеоконференции												
Асинхронные web-конференции и семи-													

	нары													
	Совместная работа и разработка контента													
	Другие (указать, какие)													

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VII, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в практических занятиях	VII, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных занятиях	VII, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрена

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
Семестр 7	1.0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. 1 Динамика и прочность турбомашин : учеб.для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. «Энергомашиностроение» / А. Г. Костюк .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: МЭИ, 2007 .— 476 с. (с учетом переизданий 69 экз.)

7.1.2. Дополнительная литература

1. 1. Костюк А.Г., Трухний А.Д., Куменко А.И. Сборник задач по динамике и прочности турбомашин. М.: Машиностроение, 1990. 336 с. (19 экз.).

2. Левин А.В. и др. Прочность и вибрация лопаток и дисков паровых турбин. Л.: Машиностроение, 1981. 710 с. Режим доступа:

<http://bookre.org/reader?file=531184>

3. Манушин Э.А., Суровцев И.Г. Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок. М.: Машиностроение, 1990. 339 с. (10 экз.).

4. Ревзин Б.С., Ларионов И.Д. Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа. Справочное пособие. – М.: Недра, 1991. 303 с. (28 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Анализ напряженно-деформированного состояния диска турбомашин: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Динамика и прочность турбомашин» для студентов, обучающихся по программе прикладного бакалавриата по направлениям подготовки 13.03.03 (141100) «Энергетическое машиностроение» / А.В. Кистойчев: УрФУ, 2014

7.2. Программное обеспечение

1. Корпоративные версии продуктов Microsoft: ОС Windows 7.

2. ANSYS Student (demo/trial-версия программы).

3. Пакет прикладных программ для расчета на прочность деталей турбомашин (Плотников П.Н.).

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Интернет-ресурсы: www.power-m.ru; www.utz.ru; www.turboatom.com.ua.

7.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;

- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ, Ч.	
2	3	
1.1.	Цели дисциплины	3
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3.	Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4.	Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5.	Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2.	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
3.1.	Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4.	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1.	Лабораторные работы	8
4.2.	Практические занятия	8
4.3.	Примерная тематика самостоятельной работы	9
4.3.1.	<i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>9</i>
4.3.2.	<i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>9</i>
4.3.3.	<i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>9</i>
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов).....</i>	<i>9</i>
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.6.	<i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>9</i>
4.3.7.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.8.	<i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>9</i>
4.4.	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5.	СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	10
6.	ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	
11		
6.1.	Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	11
6.2.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	11
6.3.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	11
6.4.	Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	11
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7.1.	Рекомендуемая литература.....	12
7.1.1.	Основная литература	12
7.1.2.	Дополнительная литература.....	12
7.2.	Программное обеспечение	12
7.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12
7.4.	Электронные образовательные ресурсы	12

7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	12
8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
	ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПРЕССОРЫ ГТУ

Рекомендована 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 газоко- мпрессорных стан- ций	5376	Б1.40.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и ав- томатика	5394	Б1.40.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Седунин Вячеслав Алексеевич	канд. техн. наук,	доцент	Турбины и двига- тели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			Костылев А.В.	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОМПРЕССОРЫ ГТУ»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

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

- способность и готовность к обслуживанию технологического оборудования (ПК-7);
- способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности (ПК12);
- способность осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-13);
- способность осуществлять сервисно-эксплуатационные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-14).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- типовые конструкции компоновки компрессоров в составе энергоустановок и отдельно, а также основы их эксплуатации;
- основные тенденции и перспективы в развитии технологий компрессоров;
- методы расчета и принципы конструирования основного и вспомогательного оборудования турбоустановок;
- типовые конструкции компрессоров и методику их расчета;
- физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в турбоустановках и их элементах и течения в проточной части турбины и компрессора;

уметь:

- принимать правильные решения при отклонении работы оборудования от нормальных режимов;

- определять эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы компрессоров;
- выдвигать предложения по совершенствованию технологических операций и внедрению новых видов прогрессивной техники;
- пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию энергетических машин;
- проводить численные и экспериментальные исследования турбомашин по заданному алгоритму;

владеть:

- знаниями о конструкции, принципах работы и физических процессах для работ, связанных с испытаниями, эксплуатацией и обслуживанием этого оборудования.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Компрессоры ГТУ» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов шестого семестра.

Целью дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний, специальных умений и практических навыков по управлению, контролю и оптимизации технологических процессов газокomppressorных станций газотранспортного предприятия, эксплуатации и обслуживания технологического оборудования, в частности осевых и центробежных компрессоров в составе газотурбинных установок и газоперекачивающих агрегатов.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		6
Аудиторные занятия	51	51
Лекции	34	34
Практические занятия	17	17
Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	57	57
Промежуточная аттестация	-	3
Общий объем по учебному плану, час.	108	108
Общий объем по учебному плану, з.е.	3	3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	<p>Определение термина компрессор. Теоретическое объяснение диффузорных и конфузорных каналов. Принцип работы компрессора в составе сложных циклов.</p>
P2	Принципы работы компрессорной ступени	<p>Общий принцип работы ступени на примере скачков статического и динамического давления. Неподвижная поверхность – давление как передача импульса, кинетическая энергия, как температура. Движение поверхности вдоль потока. Движение поверхности поперёк потока. Движение газа в диффузорном канале. Теория крыла.</p>
P3	Многоступенчатые осевые компрессоры	<p>Связь между параметрами ступени и компрессора. Формы проточной части и изменение осевой скорости. Согласование ступеней, отсеков. Распределение работы сжатия по ступеням. Различные подходы. Газодинамическая устойчивость и её зависимость от равномерности параметров потока.</p>
P4	Неустойчивые режимы работы компрессоров	<p>Понятие переменных и переходных режимов. Понятие углов атаки и отставания. Причины изменения углов. Изменение параметров ступени на переменном режиме. Границы применения математической модели. Характеристика компрессорной решётки. Влияние газодинамических и геометрических параметров на ширину диапазона устойчивой работы. Возможное появление неустойчивости. Переход к двухмерной постановке: перераспределение параметров по высоте. Отрыв потока. Развитие явления в статике и динамике. Вращающийся срыв. Помпаж. Срывные явления в многоступенчатом компрессоре.</p>
P5	Регулирование компрессоров	<p>Статическая и динамическая задача регулирования компрессора. Использование перепуска воздуха. Применение поворотных направляющих лопаток. Применение многокаскадных компрессоров. Связка компрессор – сеть.</p>
P6	Конструкции компрессорных машин	<p>Инженерные основы проектирования компрессорных машин. Геометрические параметры осевых и центробежных компрессорных ступеней и многоступенчатых компрессоров. Выбор оптимальных газодинамических и конструктивных параметров.</p>
P7	Эксплуатация осевых компрессоров в составе газотурбинного оборудования	<p>Загрязнение проточной части. Занос: уменьшение проходных сечений, повышенные потери трения, больше отрыв потока. Эрозия: заострение входных кромок (влияние на устойчивость, прочность), увеличение радиальных зазоров.</p>

		<p>Сопротивление сети. Влияние сопротивления в фильтрах, теплообменных аппаратах, камере сгорания, смежном каскаде компрессора.</p> <p>Аварийные режимы работы компрессоров. Использование уставок по превышению числа оборотов, забросов температуры в камере сгорания ГТУ, повышению полного давления на выходе и др.</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач.ед.):56

Объем дисциплины (зач.ед.):3

Семестр обучения:6

Раздел дисциплины			Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)								
								Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*	
P1	Введение.	2,4	2	2			0,4	0,4	0,4																				
P2	Принципы работы компрессорной ступени	17,4	12	6	6		5,4	5,4	2,4	3																			
P3	Многоступенчатые осевые компрессоры	38,6	9	6	3		29,6	3,6	1,8	1,8			26			1					1								
P4	Неустойчивые режимы работы компрессоров	13,4	6	4	2		7,4	3,4	1,8	1,6													4	2					
P5	Регулирование компрессоров	9,6	6	4	2		3,6	3,6	2,0	1,6																			
P6	Конструкции компрессорных машин	14,2	10	6	4		4,2	4,2	2,2	2																			
P7	Эксплуатация осевых компрессоров в составе газотурбинного оборудования	8,4	6	6			2,4	2,4	2,4																				
Всего (час):		104	51	34	17		53	23	13	10			26			8					18			4	4				4
Всего по дисциплине (час.):		108																											

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1,2	Построение треугольников скоростей для различных типов осевых компрессорных ступеней	4
P2	3	Построение треугольников скоростей для различных типов радиальных компрессорных ступеней	2
P3	4	Нахождение КПД цикла при различных конструктивных вариантах многоступенчатых компрессоров	1
P3	5	Распределение параметров компрессора по ступеням	2
P4, P5	6	Приведение параметров компрессора к нормальным физическим условиям при испытаниях и проектировании, анализ результатов испытаний	4
P6	7,8	Изучение вариантов конструкций осевых и центробежных компрессоров	4
		Всего:	17

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Расчёт многоступенчатого осевого компрессора по среднему диаметру
2. Расчёт центробежной компрессорной ступени с безлопаточным диффузором

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

1. Разработка концептуального проекта многоступенчатого компрессора на заданные параметры.
2. Определение специальных параметров компрессора: определение параметров на переменных режимах, расчёт радиального распределения параметров.

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Построение треугольников скоростей осевой компрессорной ступени
2. Анализ параметров и характеристики компрессорной ступени
3. Описание конструкции и назначения основных узлов по чертежу.

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Принцип работы компрессорной ступени

1. Из каких процессов состоит процесс сжатия воздуха в турбокомпрессоре?
2. Какие кинематические параметры ступени осевого компрессора вы можете назвать? Что влияет на их выбор?
3. Какие геометрические параметры ступени осевого компрессора вы можете назвать? Что влияет на их выбор?
4. Опишите распределение параметров вдоль профиля лопатки. Нарисуйте характерное распределение скоростей вдоль профиля компрессорной решётки.
5. Опишите распределение параметров по высоте ступени. Укажите особенности проектирования и физические причины перераспределения потока по высоте.
6. Изобразите схематично характеристику плоской диффузорной решётки. Какие параметры влияют на ширину диапазона устойчивой работы и величину потерь на номинальном режиме?
7. Нарисуйте процесс сжатия воздуха в ступени ОК в $h-s$ диаграмме. Обозначьте основные величины. Как определяется КПД процесса сжатия?
8. Изобразите схематично характеристику осевого компрессора в координатах расход-напор и КПД-напор. На характеристике расход-напор покажите границу устойчивой работы.
9. Нарисуйте схему измерений при испытаниях осевого компрессора с целью построения его расходно-напорной характеристики.

Многоступенчатые осевые компрессоры

10. Какие характерные формы проточной части используются при проектировании осевых компрессоров? Опишите их преимущества и недостатки.
11. Опишите распределение параметров вдоль проточной части. Как изменяются по ступеням степень повышения полного давления в ступени, расходная составляющая скорости? Объясните причины этих изменений.
12. Каким образом трение о меридиональные обводы (элементы корпуса и ротора) влияет на профиль расходной составляющей скорости? Нарисуйте принципиальную эпюру расходной скорости на входе в компрессор и на входе в последнюю ступень компрессора. Как это отражается на профилировании лопаточного аппарата?

Неустойчивые режимы работы компрессоров

13. Опишите механизм появления вращающегося срыва. В каком направлении будет распространяться срывная область и от чего зависят её размеры?
14. В какой области по высоте ступени (корень или периферия) более вероятно образование вращающегося срыва?
15. Помпаж компрессора. Является ли режим помпажа стационарным явлением? Какие характерные стадии могут наблюдаться при помпаже компрессора? Покажите эти точки на характеристике расход-напор.
16. Особенности работы компрессора при наличии отрывных течений и приближения к границе устойчивой работы. По каким причинам работа компрессора на таких режимах не желательна?
17. Защита от помпажа. Назовите способ ухода от помпажного режима. Назовите параметры, которые контролируются при эксплуатации, на основании которых можно судить о приближении к границе устойчивости?

Регулирование компрессоров

18. Опишите принцип совместной работы ступеней нерегулируемого ОК
19. Обоснуйте необходимость регулирования компрессора на переменных режимах. В чём заключается принцип перепуска воздуха в ОК?
20. Обоснуйте необходимость регулирования компрессора на переменных режимах. В чём заключается принцип использования поворотных лопаток направляющих аппаратов?

Постройте принципиальную характеристику в координатах расход-напор для полностью открытого и полностью закрытого РВНА.

21. Обоснуйте необходимость регулирования компрессора на переменных режимах. В чём заключается принцип использования двухкаскадных и многокаскадных схем? Изобразите конструктивную схему работы двухкаскадного компрессора.

Конструкции компрессорных машин

22. Обоснуйте необходимость применения уплотнений в проточной части и смежных узлах осевого компрессора. Какие рабочие среды участвуют в этом процессе? Чем отличаются уплотнения деталей подвижных и неподвижных относительно друг друга?
23. Объясните причину появления осевого усилия на лопаточный аппарат и ротор компрессора. В какой период времени осевое усилие может существенно возрасти? Почему?
24. Объясните конструкцию поворотных направляющих лопаток. В чём преимущества и недостатки использования ПНА?
25. В каких целях может быть использован отбор воздуха из проточной части ОК? Как он может быть организован?
26. Каким образом воздействие центробежных сил на рабочие лопатки первых ступеней может отразиться на изменении расхода относительно расчётного значения?

Компрессор - сеть

27. Назовите элементы, являющиеся сетью для осевого компрессора
28. Каким образом влияет изменение сопротивления фильтров КВОУ на работу компрессора?
29. Каким образом на работу ОК влияет повышение температуры на входе в турбину?

Эксплуатация осевых компрессоров в составе газотурбинного оборудования

30. Приведение параметров ОК. Каким образом производится приведение параметров и для чего?
31. Загрязнение проточной части. Объясните причины износа и заноса элементов проточной части ОК при попадании загрязняющих веществ в компрессор. Объясните принцип воздействия крупных и мелких загрязняющих частиц.
32. Назовите принципы очистки лопаточного аппарата компрессора. На каких режимах/этапах ремонта могут быть использованы те или иные способы?
33. Объясните причину попадания масла в проточную часть и способы борьбы с этим.
34. Радиальные зазоры. Назовите причины увеличения зазоров и способы борьбы с этим.

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курс. проект (работа) (индивид. или групповой)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1 – P5	Методы активного обучения												
	Проектная работа								*	*			

Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)		*											
Имитационные технологии (деловые игры и др.)		*											
Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*	*										*	
Командная работа		*											

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (9)	VI, 1-9	34
Контрольные работы (№1, №2)	VI, 1-9	33
Ответы у доски	VI, 9-15	33
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – Зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий (8)	VI, 10-18	16
Решение практических задач в соответствии с программой	VI, 10-18	32
Выполнение и защита группового проекта	VI, 10-17	32
Выполнение и защита расчётно-графической работы	VI, 12-14	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям - 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы
не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – k сем. n
Семестр 6	1.0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Б.С. Ревзин Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом: Учебное пособие. – Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2008. –269 с. (с учетом переизданий 34 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Теория и расчет турбокомпрессоров: Учебное пособие для студентов вузов машиностроительных специальностей / под общ. ред. К.П. Селезнева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1986. – 392 с. (21 экз.).

2. Б.С. Ревзин, О.В. Комаров Стационарные газотурбинные энергетические установки фирмы «Дженерал электрик»: Учебное пособие. – Екатеринбург: ФГАОУ ВПО УрФУ, 2010. – 30 с. (хранится на кафедре 27 экз.).

3. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей. Ч.1. М.: Машиностроение, 1977. – 312 с. Режим доступа:

<http://bookre.org/reader?file=639394>

4. Кампти Н. Аэродинамика компрессоров / М.: Мир, 2000.-600 с. Режим доступа:

<https://eknigi.org/tehnika/141914-ayerodinamika-kompressorov.html>

7.1.3. Методические разработки

1. Старцев В.В. Ревзин Б.С. Газодинамический расчёт многоступенчатого осевого компрессора. Методические указания к курсовому проектированию. Екатеринбург: УГТУ, 2000. 25 с.

7.2. Программное обеспечение

1. Concept NREC (AxCent Axial Comprehensive + Axial Comprehensive + CAD Translator).

2. Numeca (FINE™/Turbo & FINE™/Design3D Academic R&D Package + FINE™/Open with OpenLabs Academic R&D Package).

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Сайт кафедры «Турбины и двигатели» www.tid-urfu.ru

7.4. Электронные образовательные ресурсы

не используются

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОМПРЕССОРЫ ГТУ»	3
1.1.	Цели дисциплины	3
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3.	Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4.	Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5.	Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2.	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	6
3.1.	Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4.	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1.	Лабораторный практикум.....	8
4.2.	Практические занятия	8
4.3.	Самостоятельная работа студентов	8
4.3.1.	<i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	8
4.3.2.	<i>Примерный перечень тем графических работ</i>	8
4.3.3.	<i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	8
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	8
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	8
4.3.6.	<i>Примерная тематика курсового проекта (работы)(индивидуального или группового)</i>	8
4.3.7.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	8
4.3.8.	<i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	8
4.4.	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5.	СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	10
6.	ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 11	
6.1.	Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	11
6.2.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	11
6.3.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	11
6.4.	Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	12
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7.1.	Рекомендуемая литература.....	12
7.1.1.	Основная литература	12
7.1.2.	Дополнительная литература.....	12
7.1.3.	Методические разработки	12
7.2.	Программное обеспечение	12
7.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12

7.4. Электронные образовательные ресурсы	12
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	12
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОНВЕРТИРОВАННЫЕ ГТД

Рекомендована 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	Б1.47.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.47.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИН

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Комаров Олег Вячеславович	кандидат техни- ческих наук, до- цент	доцент	Турбины и двига- тели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			Костылев А.В.	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОНВЕРТИРОВАННЫЕ ГТД»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- способность и готовность к обслуживанию технологического оборудования (ПК-7);
- способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности (ПК12);
- способность осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-13);
- способность осуществлять сервисно-эксплуатационные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-14).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования энергоустановок;
- технологию сборки, монтажа и наладочных испытаний энергоустановок и вспомогательного оборудования;
- основные тенденции в развитии технологии сборки и монтажа;
- типовые конструкции оборудования энергоустановок и основы их эксплуатации;
- технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного оборудования энергоустановок;

уметь:

- принимать правильные решения при отклонении работы оборудования от нормальных режимов;

владеть:

- опытом монтажа, наладки, проведения испытаний и сдачи в эксплуатацию газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей и вспомогательного оборудования на предприятиях энергетической и газотранспортной отраслей;
- практическими навыками понимания различных тепловых и технологических схем энергоустановок.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Конвертированные ГТД» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов восьмого семестра.

Изучение данной дисциплины опирается на знание студентами общепрофессиональных и ряда специальных дисциплин, например, «Энергетические машины и установки», «Газотурбинные установки», «Теория турбомашин», «Компрессоры ГТУ», «Принципы расчета и проектирования газовых турбин».

Полученные знания и умения используются для практической работы бакалавра во время производственной практики и подготовки выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		8	
Аудиторные занятия	48	48	
Лекции	16	16	
Практические занятия	32	32	
Лабораторные работы	-	-	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	60	60	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)	-	Э	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Введение.	Постановка задач и цель курса. Описание учебно - методического оснащения дисциплины.
Р2	Схемы, параметры и конструктивные типы энергетических конвертиро-	Место газовых турбин в энергетике. ГТД малой и средней мощности для развития коммунальной и промышленной энергетике. Особенности энергетических ГТД в одновальном исполнении

	ванных ГТД.	и со свободной силовой турбиной. Методы конвертирования ГТД. Требования к конвертированным ГТД. Развитие отечественных авиационных и судовых ГТД. Зарубежные аналоги. Термодинамические циклы и параметры ГТД.
РЗ	Особенности устройства и обслуживания авиационных и судовых конвертированных ГТД.	ГТД СНТК им. Кузнецова. НК-16(18); НК-36; НК-38. ГТД ОАО «Авиадвигатель» на базе ПС-90А. ГТД Николаевского завода «Зоря-Машпроект», Украина. Зарубежные ГТД фирм Ролл-Ройс; Пратт-Уитни; Дженерал Электрик. Обозначения ГТУ различных конструкций. Обслуживание конвертированных ГТД.

**Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем*

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля: 56 з.е.

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Семестр обучения: 8

Раздел дисциплины			Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																											
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)												
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*						
P1	Введение.	2	2	2																														
P2	Схемы, параметры и конструктивные типы энергетических конвертированных ГТД.	24	16	10	6		8	8	6	2																								
P3	Особенности устройства и обслуживания авиационных и судовых конвертированных ГТД.	46	30	4	26		16	16	2	14																								
Всего (час):		72	48	16	32		24	24	8	16																								36
Всего по дисциплине (час):		108																																

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1,2	Рассмотрение основных схем авиационных газотурбинных двигателей	6
P3	3,4	Изучение конструктивных особенностей конвертированных ГТД семейства «НК».	26
	5,6	Изучение конструктивных особенностей конвертированных ГТД семейства «ПС».	
	7,8,9	Изучение конструктивных особенностей конвертированных ГТД семейства «Машпроект».	
	10	Изучение конструктивных особенностей конвертированных ГТД семейства «АЛ».	
	11,12	Изучение конструктивных особенностей конвертированных ГТД зарубежных фирм	

Всего: 32

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Преимущества и недостатки газотурбинных установок общепромышленного типа и конвертированных для наземного использования авиационных и судовых двигателей.
2. Принципы конвертирования авиационных и судовых газотурбинных двигателей в приводы для ГПА и энергетические установки.
3. Современный уровень показателей термодинамического цикла конвертированных газотурбинных двигателей на примере ГТД крупнейших турбостроительных предприятий постсоветского пространства.
4. Мероприятия по конвертированию авиационного и судового ГТД в привод наземного применения.
5. Особенности систем маслоснабжения конвертированных ГТД в сравнении со стационарными ГТУ.
6. История развития конверсионной авиационной и судовой газотурбинной техники в 50-е...90-е годы XX века.
7. Конструктивные решения для обеспечения высоких КПД турбин конвертированных авиационных ГТД.
8. Предпосылки для начала конвертирования авиационных и судовых ГТД в приводы наземного применения. Области применения конвертированных авиационных и судовых газотурбинных двигателей.
9. Типы укрытий стационарных ГТУ и конвертированных ГТД на компрессорных станциях магистральных газопроводов. Их преимущества и недостатки.
10. Материалы основных деталей авиационных и судовых ГТД.
11. Основные схемы авиационных двигателей (турбореактивный, турбовинтовой и двухконтурный ГТД). Пригодность к конвертированию для наземного применения.
12. Основные схемы конвертированных ГТД. Преимущества и недостатки «блокированной» схемы для энергетических установок.
13. Развитие конвертированных двигателей семейства «НК» с начала 70-х гг. XX века.
14. Развитие конвертированных судовых газотурбинных двигателей НПО «Заря-Машпроект».

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)												
	Использование презентаций	+											

Р2	Технологии активного обучения	+												
	Командная работа		+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)													
Р3	Технологии активного обучения	+												
	Командная работа		+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		+											
	Использование презентаций		+											

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

8 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,5		
Текущая аттестация на лекциях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VIII, 1-8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. = 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических /семинарских занятий (n)</i>	VIII, 1-8	30
<i>Участие в практических занятиях</i>	VIII, 1-8	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.= 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. = 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
<i>Семестр 8</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. 1. Проскуряков Г.В. Приводные ГТУ и конвертированные ГТД для транспорта газа: Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ, 1999, 168 с. (72 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

Комаров О.В., Ревзин Б.С. Газотурбинные двигатели судового типа для энергетических и газотранспортных установок: Учебное пособие, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. 58с. (22 экз.).

2. Ревзин Б.С., Комаров О.В. Конвертированные авиационные двигатели, применяемые в газоперекачивающих и энергетических установках: Учебное пособие, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. 75с. (22 экз.).

3. Ревзин Б.С. Конвертированные авиационные и судовые газотурбинные двигатели для газотранспортных и энергетических установок / Б.С. Ревзин, О.В. Комаров, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 164 с. (для ТОП1(40 чел.) хранится на кафедре 25 экз.).

7.1.3. Методические разработки

«не используются»

7.2. Программное обеспечение

Корпоративные версии продуктов Microsoft: операционная система Windows Pro 10.

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

7.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОНВЕРТИРОВАННЫЕ ГТД»...	3
1.1. Цели дисциплины	3
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	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
4.1. Лабораторный практикум.....	7
4.2. Практические занятия	7
4.3. Самостоятельная работа студентов	7
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>7</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>7</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>7</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов).....</i>	<i>7</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.6. <i>Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового).....</i>	<i>7</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>7</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	7
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	8
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 9	9
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	9
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	9
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	9
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	9
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7.1. Рекомендуемая литература.....	10
7.1.1. Основная литература	10
7.1.2. Дополнительная литература.....	10

7.1.3. Методические разработки	10
7.2. Программное обеспечение	10
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	10
7.4. Электронные образовательные ресурсы	10
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	10
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	10
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	12

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«___» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Код ООП	Направление/ Специальность	Профиль/Программа магистратуры/ Специализация	Номер учебного плана	Код дисци- плины по учебному плану
13.03.03/02.01	Энергетическое машиностроение	Газотурбинные установки газо- компрессорных станций	5376	Б1.33.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.33.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ

УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Новиков Валерий Алексеевич		ст. преподаватель	Турбины и двигатели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно- методического совета
Уральского энергетического института
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ « МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Рабочая программа составлена дисциплины в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности и код уровня* осво- ения 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ:

- понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1).

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

- обладать готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

- готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-12);

- способность участвовать в пуско-наладочных работах (ПК-13).

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

- способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-3);

- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9).

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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- физические основы материаловедения, технологии получения и обработки машиностроительных материалов;

уметь:

- выбрать материалы с учетом условий функционирования оборудования;
- проводить различные расчеты элементов конструкций с применением справочной литературы;

владеть:

- навыками разработки и применения практических мероприятий по повышению долговечности и надежности турбомашин;

- некоторыми экспериментальными методиками и техниками материаловедческих исследований.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Материаловедение» входит в модуль «Специальный» профиля «Газотурбинные установки газокompрессорных станций», изучается в течение 108 уч. часов пятого семестра.

Дисциплина посвящена изучению конструкционных материалов в оборудовании энергетического машиностроения. Рассматриваются основы строения, классификация, способы обработки и технологии производства конструкционных материалов.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей зачёта.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер		
		5		
Аудиторные занятия	51	51		
Лекции	17	17		
Практические занятия				
Лабораторные работы	34	34		
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57		
Промежуточная аттестация		3		
Общий объем по учебному плану, час.	108	108		
Общий объем по учебному плану, з.е.	3	3		

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Место курса в области электротехники, энергетики и газотурбостроения. Влияние условий работы энергомашин на материал основных деталей и узлов.
P2	Строение и свойства материалов	Элементы кристаллографии. Кристаллизация материалов. Превращения в твердом состоянии. Строение реальных кристаллов. Основные методы изучения строения и свойств материалов. Упругая и пластическая деформации. Разрушение металлов. Механические свойства, определяемые при статических испытаниях. Прочность. Предел прочности при растяжении, сжатии и изгибе. Пластичность. Предел текучести, предел пропорциональности. относительное удлинение. Относительное сужение.

		<p>Твердость. Твердость по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу. Методы проведения испытаний. Применяемые инденторы. Износостойкость.</p> <p>Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях. Испытания материалов на усталость. Виды циклов нагружения. База испытаний. Выносливость. Предел выносливости. Конструктивные и технологические мероприятия, повышающие выносливость деталей.</p> <p>Влияние температуры на прочность металлов. Ползучесть. Длительная прочность. Жаропрочность. Испытания на ползучесть. Влияние температуры и изменение нагрузки на ползучесть. Предел ползучести. Испытание на длительную прочность. Предел длительной прочности. Тепловая хрупкость. Релаксация напряжений. Сопротивление релаксации. Предел выносливости при высоких температурах. Термическая усталость деталей.</p>
Р3	Основы теории сплавов	<p>Типы кристаллических решеток. Дефекты строения металлов. Диффузия.</p> <p>Кристаллизация сплавов. Твердые растворы, химические соединения, механические смеси. Формирование структуры сплавов при кристаллизации.</p> <p>Диаграмма состояния двойных сплавов, образующих неограниченные твердые растворы. Линии ликвидус и солидус. Диаграмма состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы и эвтектику. Понятие эвтектические преобразования.</p> <p>Диаграмма состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы и перитектику. Особенность перитектических преобразований. Диаграмма состояния сплавов, образующих химические соединения. Диаграмма состояния сплавов, образующих механические смеси.</p> <p>Фазовые и структурные превращения в сплавах в твердом состоянии. Диаграмма состояния сплавов, компоненты которой имеют полиморфные превращения.</p>
Р4	Железоуглеродистые сплавы	<p>Диаграмма состояния сплава железо-углерод. Фазовые и структурные изменения в сплавах железо-цемент. Эвтектическая смесь - ледебурит. Эвтектоидные превращения. Перлит. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали.</p> <p>Легируемые стали. Легирующие элементы. Влияние легирующих элементов на расширение α и γ областей диаграммы состояния. Получение аустенитных и ферритных сталей. Влияние легирования Cr, Ni, Mo, Mn, Ti на свойства стали.</p> <p>Классификация стали. Классификация сталей по химическому свойству: углеродистые, углеродистые инструментальные стали, низколегированные стали, высоколегированные стали. Классификация сталей по структуре: доэвтектоидные, заэвтектоидные, ледетуритные. Классификация сталей по применению: конструкционная, инструментальная, сталь с особыми свойствами. Нержавеющая сталь. Жаропрочная и теплоустойчивая сталь. Износоустойчивая сталь. Конструкционные стали и сплавы. Специальные стали, применяемые в энергомашиностроении.</p> <p>Классификация и маркировка чугуна: серый и белый чугун. Классификация чугуна в зависимости от содержания</p>

		<p>углерода, связанного в цементит. Белый чугун. Половинчатый чугун. Перлитный серый чугун. Ферритно-перлитный серый чугун. Ферритный серый чугун. Классификация серых чугунов по свойствам и применению. Ферритные и ферритно-перлитные чугуны. Перлитные чугуны. Антифрикционные чугуны. Высокопрочный чугун с шаровидным графитом. Ковкий чугун.</p>
P5	Теория термической обработки стали	<p>Теория термической обработки стали. Фазовые превращения при нагреве. Рост зерна аустенита. превращения переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. Мартенситное превращение стали. Бейнитное превращение. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. превращение мартенсита и остаточного аустенита при нагреве.</p> <p>Технология термической обработки стали. Отжиг 1-ого рода. Диффузионный отжиг. Рекристаллизационный отжиг. Отжиг для снятия остаточных напряжений. Отжиг 2-ого рода (фазовая перекристаллизация). Полный отжиг. Изотермический отжиг. Неполный отжиг. Нормализация. Закалка. Выбор температуры закалки. Продолжительность нагрева при аустенизации стали. Внутренние напряжения в закаленной стали. Способы закалки. Отпуск. Низкотемпературный отпуск. Среднетемпературный отпуск. Высокотемпературный отпуск. Дефекты, возникающие при закалке. Трещины, деформация и коробление. Поверхностная закалка.</p> <p>Химико-термическая обработка стали. Характеристика процессов химико-термической обработки стали. Цементация. Механизм образования и строение цементованного слоя. Цементация твердым карбюризатором. Газовая цементация. Азотирование, Механизм образования азотирования. Нитроцементация. Цианирование. Среднетемпературное цианирование. Высокотемпературное цианирование. Борирование.</p>
P6	Цветные металлы и неметаллические материалы	<p>Титан. Сплавы на основе титана, α - сплавы, $\alpha+\beta$ - сплавы. Термическая обработка титановых сплавов.</p> <p>Алюминий. Классификация алюминиевых сплавов. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой. Литые алюминиевые сплавы. Сплавы Al-Si, Al-Cu, Al-Mg. Жаропрочные сплавы. Алюминиевые подшипниковые сплавы.</p> <p>Магний. Сплавы магния. Деформируемые сплавы. Литейные сплавы.</p> <p>Медь. Сплавы на основе меди. Латунни. Двойные латунни. Легирование двойных латуней. Деформируемые двойные латунни. Специальные латунни. Бронзы. Оловянные бронзы. Безоловянные бронзы. Алюминиевые бронзы. Кремнистые бронзы. Бериллиевые бронзы. Свинцовые бронзы.</p> <p>Никель. Сплавы на основе никеля.</p> <p>Антифрикционные материалы. Оловянные и свинцовые баббиты. Кальциевые баббиты. Цинковые антифрикционные сплавы. Место сплавов цветных металлов в паро- и газотурбостроении. Перспективы расширения применения сплавов цветных металлов в паровых и газовых турбинах.</p> <p>Твердые сплавы. Минералокерамические материалы. Жаропрочные и жаростойкие металлокристаллические материалы.</p>

		<p>Пористые материалы. Электротехнические материалы. Фрикционные материалы.</p> <p>Пластические массы. Термопластичные пластмассы. Термореактивные пластмассы. Газонаполненные пластмассы.</p> <p>Композиционные материалы. Карбоволокниты. Бороволокниты. Органоволокниты. Металлы, армированные волокнами.</p> <p>Древесные материалы. Строение дерева. Свойства древесины. Пороки древесины. Виды древесных материалов.</p> <p>Резины, клеи и другие неметаллические материалы. Резиновые материалы. Общие сведения и классификация резин. Резины общего и специального назначения. Клеящие материалы. Лакокрасочные материалы. Стекло. Неорганическое стекло. Керамические материалы. Металлокерамика.</p> <p>Применение материалов в производстве турбин и двигателей внутреннего сгорания. Заготовки, их выбор и методы производства. Связь свойств материала и методов получения заготовок. Влияние условий работы на выбор материала основных деталей. Технологические свойства применяемых материалов. Материалы и надежность работы энергомашин. Задачи снижения металлоемкости. Перспективы материаловедения в свете развития энергомашиностроения.</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

* Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (очная форма обучения)

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Семестр: 5

Объем модуля (зач. ед.): 56
Объем дисциплины (зач. ед.): 3

Раздел дисциплины			Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																												
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.)												
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*		Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*							
																													Зачет*	Экзамен*					
P1	Введение	2	1	1			1	1	1																										
P2	Строение и свойства материалов	24	12	3		9	12	6	2		4	6	1																						
P3	Основы теории сплавов	32	20	4		16	12	12	3		9																								
P4	Железоуглеродистые сплавы	18	12	3		9	6	6	2		4																								
P5	Теория термической обработки стали	14	3	3			11	3	3			8																							
P6	Цветные металлы и неметаллические материалы	14	3	3			11	3	3			8																							
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	104	51	17		34	53	31	14		17	22	6				16																		
	Всего по дисциплине (час.):	108																																	4

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Испытание на растяжение образцов металлов и сплавов	9
P3	2	Испытание образцов на ударную вязкость	8
P3	3	Просмотр и зарисовка микроструктур стали	8
P4	4	Определение твердости металлов на прессе Бринеля	9

Всего: 34

4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

4.3. Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

Методы неразрушающего контроля.

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

Не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

1. Основы теории и технология термической обработки стали.
2. Композиционные материалы.

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

Не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

Не предусмотрено

4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работы)(индивидуального или группового)*

Не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

Не предусмотрено

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

Не предусмотрено.

4.4. *Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине*

1. Металловедение – как наука.
2. Свойства металлов.
3. Классификация металлов.
4. Кристаллическое строение металлов.
5. Строение реальных кристаллов.
6. Кристаллизация металла.
7. Полиморфные превращения.
8. Магнитные превращения.
9. Кривая охлаждения железа.
10. Определение химического состава.
11. Изучение структуры металла.
12. Изучение свойств металла.
13. Химические свойства.
14. Физические свойства.

15. Механические свойства.
16. Технологические свойства.
17. Основы теории сплавов.
18. Жидкие сплавы.
19. Твердые растворы.
20. Химические соединения.
21. Механические смеси.
22. Диаграмма двойных сплавов первого типа.
23. Диаграмма двойных сплавов второго типа.
24. Диаграмма двойных сплавов третьего типа.
25. Диаграмма двойных сплавов четвертого типа.
26. Диаграмма сплавов с полиморфными превращениями.
27. Собственно термическая обработка.
28. Химико-термическая обработка.
29. Термомеханическая обработка.
30. Коррозия металлов.
31. Методы защиты от коррозии.
32. Диаграмма состояния сплава «железо-углерод».
33. Порошковые материалы.
34. Твердые сплавы.
35. Минерало-керамические материалы.
36. Антифрикционные материалы и сплавы.
37. Медь и ее сплавы.
38. Алюминий и его сплавы.
39. Никель и его сплавы.
40. Титан и его сплавы.
41. Древесина и древесные материалы.
42. Клеящие материалы.
43. Лакокрасочные материалы.
44. Пластмассы.
45. Основные виды резины.
46. Стекло.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности												
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	И/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курс. проект (работа) (индивид. или групповой)	Контрольная работа	Коллоквиум	
Р1 – Р6	Методы активного обучения													
	Проектная работа													
	Обучение на основе													

	опыта (кейс-анализ, case-study)												
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			*		*		*					
	Командная работа			*									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

5 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	V, 1-17	60
Реферат №1	V, 1-17	20
Реферат №2	V, 1-17	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрены		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных работах	V, 1-17	50
Выполнение отчетов	V, 1-17	25
Домашняя работа	V, 1-17	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрена

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
<i>Семестр 5</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Новиков В.А. Технология производства и монтажа паровых и газовых турбин: Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2005. 670 с. (для ТОП1, 2 (50 чел.) с учетом переизданий 29 экз.).

2. Новиков В.А. Технология изготовления сопловых и рабочих лопаток турбины. Екатеринбург, УрФУ. 2011. 206 с. (для ТОП1, 2 (50 чел.) хранится на кафедре 30 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Бауман Н.Я., Яковлев М.И., Свечков И.Н. Технология производства паровых и газовых турбин: Учебник. М.: Машиностроение, 1973. 464 с. (22 экз.).

2. Материаловедение: учеб. для техн. вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. — 5-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2009. — 528 с. (103 экз.).

3. Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроит. вузов / А. М. Дальский, Т. М. Барсукова, Л. Н. Бухаркин и др. ; под ред. А. М. Дальского. — 5-е изд., испр. — Москва : Машиностроение, 2003. — 512 с. 204 экз.

4. Технология двигателестроения: Учеб. пособие. Ч. 1 / О. В. Крылов; Урал. гос. техн. ун-т.— Екатеринбург: УГТУ, 2000.— 155 с. (26 экз.).

5. Технология двигателестроения: Учеб. пособие. Ч. 2 / О. В. Крылов; Урал. гос. техн. ун-т.— Екатеринбург: УГТУ, 2000.— 147 с. (28 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Б.С. Ревзин, Новиков. В. А. Материаловедение и обработка конструкционных материалов. Учебное пособие для профиля ГПУиД. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 32 с.

2. Новиков. В. А. Материаловедение и обработка конструкционных материалов. Учебное пособие для профиля ДВС. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 32 с.

7.2. Программное обеспечение

Не используется

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

7.4. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплект контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория кафедры «Турбины и двигатели»;

- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения лабораторных занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ « МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»	3
1.1.	Цели дисциплины	3
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3.	Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4.	Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5.	Трудоемкость освоения дисциплины	4
2.	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	7
3.1.	Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	7
4.	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
4.1.	Лабораторный практикум.....	9
4.2.	Практические занятия	9
4.3.	Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля	9
4.3.1.	<i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>9</i>
4.3.2.	<i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>9</i>
4.3.3.	<i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>9</i>
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов).....</i>	<i>9</i>
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.6.	<i>Примерная тематика курсового проекта (работы)(индивидуального или группового)</i>	<i>9</i>
4.3.7.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.8.	<i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>9</i>
4.4.	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5.	СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	10
6.	ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	11
6.1.	Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	11
6.2.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	11
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7.1.	Рекомендуемая литература.....	12
7.1.1.	Основная литература	12
7.1.2.	Дополнительная литература.....	12
7.2.	Программное обеспечение	12
7.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12
7.4.	Электронные образовательные ресурсы	12
7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	12

8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
	ОГЛАВЛЕНИЕ	15

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

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 газокompрессорных станций	5376	Б1.34.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.34.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Локалов Григорий Александрович	к.т.н.	доцент	Турбины и двига- тели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			А.В. Костылев	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно- методического совета
Уральского энергетического института
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

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

- способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности (ПК-11);

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

- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);

- способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-14).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- теоретические основы метрологии средств измерения;
- теоретическую базу стандартизации и сертификации;
- принципы работы и конструкции первичных преобразователей и их роль в системах автоматического регулирования и управления;
- методы измерения теплотехнических величин и особенности их измерения в конкретных случаях;

уметь:

- использовать технические средства измерений для контроля рабочих процессов.
- использовать инструкции, описания, технические паспорта о работе устройств и установок;
- определять погрешности результатов измерений;

- проводить поверку и тарировку основных теплотехнических измерительных приборов;

владеть:

- навыками измерения основных физических параметров;
- методиками поверки и тарировки основных теплотехнических измерительных приборов.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов шестого семестра.

Дисциплина содержит объем сведений по стандартизации, сертификации, теплотехническим измерениям и приборам, а также по обработке результатов измерений. Курс состоит из лекций и лабораторных занятий. На лекционных занятиях для улучшения усвоения теоретического материала используются презентации, разработанные в программе PowerPoint, которые соответствуют рабочей программе курса. Презентации включают цветные слайды, состоящие из рисунков и текста и видео. Презентации также предназначены для самостоятельного изучения совместно с рекомендуемой литературой. Лабораторные занятия состоят в проведении практических экспериментов на виртуальных лабораторных установках, а также в анализе и обработке полученных экспериментальных данных

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		6	
Аудиторные занятия	51	51	
Лекции	34	34	
Практические занятия	-	-	
Лабораторные работы	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)	-	3	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Стандартизация и сертификация	Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов. Организация работы по стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов. Организационно-методические принци-

		<p>пы сертификации соответствия продукции и услуг. Стандартизация в различных сферах. Стандартизация систем управления качеством. Международная и региональная стандартизация. Практика сертификации продукции на национальном, региональном и международном уровнях. Сертификация систем обеспечения качества.</p>
Р2	<p>Основные сведения об измерении теплоэнергетических параметров и средствах измерений этих параметров</p>	<p>Теплоэнергетические установки и основные процессы, протекающие в них в процессе работы. Примеры контроля и регулирования параметров в конкретных процессах. Основные метрологические характеристики, используемые при измерении теплоэнергетических величин. Условное обозначение приборов теплотехнического контроля в системах измерения автоматизации и регулирования.</p>
Р3	<p>Методы и средства измерения температуры.</p>	<p>Понятие температуры, принципы построения температурных шкал, МПТШ-93. Методы измерения температуры. Термометры расширения их устройство и основные типы. Манометрический тип термометров (газовых, жидкостных, конденсационных), их достоинства и недостатки. Термоэлектрические термометры, принцип действия термоэлектрических термометров, схемы включения термоэлектрических термометров в измерительную цепь. Устройство термоэлектрических термометров, удлиняющие термоэлектродные провода.</p> <p>Погрешность измерения температуры термоэлектрическими термометрами. Методы и средство измерения термо-ЭДС. Устройство и принцип действия милливольтметров, введение поправки на температуру свободных концов. Компенсационный метод измерения термо-ЭДС, ручные и автоматические потенциометры. Термометры Сопротивления, их устройство и конкретные схемы включения в измерительную сеть. Мостовые схемы измерения сопротивлений, уравновешенные и неуравновешенные мосты. Схема автоматического уравновешенного моста. Двухмостовая компенсационная измерительная схема. Устройство и принцип действия логометров. Измерение температур по излучению. Основные понятия и законы излучения, методы измерения температуры тел по его излучению. Основные принципы действия пирометров, конструктивные особенности пирометров. Сравнение метрологических характеристик пирометров.</p>
Р4	<p>Методы и средства измерения давления.</p>	<p>Понятие давления, единицы измерения давления и связь между ними. Основные методы средства для измерения давления и разряжения (манометры, барометры, вакуумметры). Принцип действия и устройство жидкостных манометров и дифференциальных манометров, однотрубные, жидкостные манометры (барометры), микроманометры. Манометр деформационного типа, основные типы упругих чувствитель-</p>

		<p>ных элементов. Манометры с одновитковой трубчатой пружиной, электроконтактные манометры типа ЭКМ. Манометры типа МЭД и МПЭ. Мембранные манометры и дифманометры (типа ДМЭ и ДМЭР), сильфонные манометры и дифманометры. Колокольчатые дифманометры. Пьезоэлектрические и с тензопреобразователями манометры и дифманометры. Манометры и дифманометры с унифицированным и цифровым выходным электрическим сигналом. Грузопоршневые манометры, правила поверки манометров.</p>
Р5	Методы и средства измерения расхода сред.	<p>Основные физико-технические свойства сред (вода, пар, газы, жидкости и другие среды). Понятие расхода среды, основные методы измерения расхода. Основные типы сужающих устройств, правила измерения расхода ГОСТ 8.563.1(2)-97. Уравнение расхода среды через сужающее устройство, порядок выбора и расчета основных поправочных коэффициентов. Расчет градуировочной характеристики. Примеры конкретных схем установки сужающих устройств в трубопроводе и подключения точек отборов давления к дифманометру. Расходомеры постоянного перепада давлений (турбинные преобразователи, шариковые преобразователи, объемные счетчики). Электромагнитный метод измерения расхода, основные типы электромагнитных расходомеров. Вихревой метод измерения расхода, основные виды вихревых расходомеров. Гидродинамический метод измерения расхода. Ультразвуковой метод измерения расхода. Метрологические характеристики первичных преобразователей расхода с различными принципами действия.</p>
Р6	Измерение уровня сред	<p>Методы измерения уровня сред. Уровнемеры с визуальным отсчетом показаний, гидростатические уровнемеры. Конкретные схемы включения гидростатических уровнемеров. Специальные уровнемеры: поплавковые, буйковые, емкостные, индуктивные. Измерение уровня сыпучих сред.</p>
Р7	Измерение и учет тепловой энергии и энергоносителей. Теплосчетчики.	<p>Измерение и учет тепловой энергии и энергоносителей. Теплосчетчики, нормативные документы, определяющие учет тепловой энергии и энергоносителей. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя. Основные расчетные формулы и схемы включения приборов при учете тепловой энергии в виде пара и горячей воды на источнике тепловой энергии и у потребителя. Требования к параметрам, определяемым в узле учета, и требования к метрологическим характеристикам средств измерений. Основные типы преобразователей расхода, давления, температуры, используемые при учете тепловой энергии. Приборы для расчета количества тепловой энергии: теплосчетчики, тепловычислители, теплоэнергоконтроллеры. Единые составные и комбинированные теплосчетчи-</p>

		<p>ки. Метрологическая аттестация узла учета.</p> <p>Порядок проведения процедуры допуска узла учета в эксплуатации после монтажа и после поверки средств измерений.</p> <p>Примеры средств измерений, используемых при учете тепловой энергии и энергоносителей в различных условиях.</p> <p>Системы учета тепловой энергии, примеры схемного и аппаратурного оформления систем учета тепловой энергии.</p>
Р8	Методы и приборы анализа газов и жидкостей	<p>Основные методы и законы анализа состава газов. Типы газоанализаторов и принципы их действия. Термокондуктометрические и термохимические газоанализаторы. Конструкции и типы газоанализаторов, основанные на магнитном и оптическом принципах действия. Хроматографический метод анализа газов, основные типы щомотографических газоанализаторов. Основные методы анализа состава жидкостей. Термокондуктометрический метод анализа растворов и жидкостей. Кондуктометры электродного и безэлектродного типа. Потенциометрический метод анализа жидкостей, примеры конкретного аппаратурного оформления приборов данного типа. Оптический метод анализа состава жидкостей. Измерение концентрации газов растворенных в воде.</p>
Р9	Обработка результатов измерений теплотехнических величин	<p>Погрешности измерений. Доверительная вероятность. Абсолютная погрешность. Относительная среднеквадратичная погрешность.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля: 56 з.е.

Объем дисциплины(зач.ед.):3

Семестр обучения: 6

Раздел дисциплины			Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																									
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)																												
								Всего	Лекции	Практ., семинар, занятия	Лабораторные работы		Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	или при отсутствии экзамена	Экзамен*																				
P1	Стандартизация и сертификация	6	4	4			2	2	2																																							
P2	Основные сведения об измерении теплоэнергетических параметров и средствах измерений этих параметров	5	2,5	2		0,5	2,5	2,5	2		0,5																																					
P3	Методы и средства измерения температуры.	18,5	9	4		5	9,5	9,5	4,5		5																																					
P4	Методы и средства измерения давления.	11,5	5,5	4		1,5	6	6	5		1																																					
P5	Методы и средства измерения расхода сред	19,5	8,5	4		4,5	11	11	8		3																																					
P6	Измерение уровня сред	8	4	4			4	4	4																																							
P7	Измерение и учет тепловой энергии и энергоносителя и. Теплосчетчики.	8	4	4			4	4	4																																							
P8	Методы и приборы анализа газов и жидкостей	8	4	4			4	4	4																																							
P9	Обработка результатов измерений теплотехнических величин	19,5	9,5	4		5,5	10	10	5		5																																					
Всего (час):		104	51	34		17	53	53	38,5		14,5																																				4	
Всего по дисциплине (час.):		108																																														

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на выполнение работы (час)
P3	1	Тарировка термопары.	2
P3, P9	2	Измерение температуры теплоносителя термопарами и термометрами сопротивления.	4
P3, P4, P5, P9	3	Определение зависимости гидравлического сопротивления теплообменника от температуры и расхода теплоносителя.	4
P3, P9	4	Измерение расхода.	3
P2, P3, P4, P5, P9	5	Косвенные измерения.	4

Всего: 17

4.2. Практические занятия

не предусмотрено

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

не предусмотрено

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

не предусмотрено

4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работ) (индивидуального или группового)*

не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

не предусмотрено

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Вопросы для зачета соответствуют содержанию разделов дисциплины рассматриваемых на лекционных занятиях (см. раздел 2).

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	Н/и семинар, конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курс. проект (работа) (индивид. или групповой)	Контрольная работа	Коллоквиум
Р1 – Р9	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)												
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)			*									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*		*									
	Командная работа			*									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях (перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VI, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет*		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

	ля	баллах
Участие в лабораторных занятиях	VI, 9-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям– 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
<i>Семестр VI</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студентов вузов / Ю. В. Димов. — 2-е изд. — М.; СПб.; Нижний Новгород [и др.]: Питер, 2004. — 432 с. (учетом переизданий 50 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

- Иванова Г.М. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов / Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2005. — 460 с. (57 экз.)
- Обработка результатов наблюдений, Кассандрова О.Н., Лебедев В.В., «Наука», Главная редакция физ.-мат. литературы, 1970 г. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458339>
- Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». — 3-е изд., перераб. — М.: «Энергия», 1978. — 704 с, ил. (57 экз)

7.1.3. Методические разработки

не используются

7.2. Программное обеспечение

- Корпоративные версии продуктов Microsoft: операционная система Windows Pro 10.
- Виртуальные лабораторные установки для проведения лабораторных работ по дисциплине. Автор Г.А. Локалов.

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

не используются

7.4. Электронные образовательные ресурсы

не используются

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение.
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации.

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	7
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	7
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
4.1. Лабораторный практикум.....	9
4.2. Практические занятия	9
4.3. Самостоятельная работа студентов	9
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	9
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	9
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	9
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	9
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	9
4.3.6. <i>Примерная тематика курсового проекта (работ) (индивидуального или группового)</i>	9
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	9
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	9
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	10
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 10	
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	10
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	10
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	11
не предусмотрено	11
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7.1. Рекомендуемая литература.....	11
7.1.1. Основная литература	11
7.1.2. Дополнительная литература.....	11
7.1.3. Методические разработки	11

7.2.	Программное обеспечение	11
7.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	11
7.4.	Электронные образовательные ресурсы	11
7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	11
8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
	ОГЛАВЛЕНИЕ	13

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СБОРКА, МОНТАЖ, РЕМОНТ И НАЛАДКА ГПА

Код ООП	Направление/ Специальность	Профиль /Программа магистратуры/ Специализация	Номер учебного плана	Код дисципли ны по учебному плану
13.03.03/02.01	Энергетическое машиностроение	Газотурбинные установки газокомпрессорных станций	5376	Б1.42.1
13.03.03/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.42.1

**МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УРАЛЭНИИ**

Екатеринбург

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Новиков Валерий Алексеевич	-	ст. преподаватель	Турбины и двигатели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно- методического совета
Уральского энергетического института
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «СБОРКА, МОНТАЖ, РЕМОНТ И НАЛАДКА ГПА»

Рабочая программа дисциплины 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	10.10.2015	1083
13.03.02	Электроэнергетика и электротехника	03.09.2015	955

1.1. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

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

- способность осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-13);
- способность осуществлять сервисно-эксплуатационные работы на объектах профессиональной деятельности (ПК-14).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки ГПА;
- технологию сборки, монтажа и наладочных испытаний ГПА;
- основные тенденции в развитии технологии сборки, монтажа;
- выбор и обоснование оптимальных видов технологий различных видов ремонтов.

уметь:

- составлять технические задания и разрабатывать проекты производства работ в монтажных условиях;
- анализировать условия и режимы работы механизмов, оценивать уровень механизации и автоматизации сборки, монтажа и наладки;
- оформлять производственно-техническую документацию на различные виды ремонтов.

владеть:

- опытом монтажа, наладки, проведения испытаний и сдачи в эксплуатацию ГПА;
- опытом организации и выполнения всех видов ремонтов газотурбинных установок и вспомогательного оборудования;

- опытом подготовки и составления ремонтной документации.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 72 уч. часов восьмого семестра и опирается на курс дисциплин: «Теоретическая механика», «Механика материалов и конструкций», «Материаловедение», «Динамика и прочность турбомашин, часть 1», «Динамика и прочность турбомашин, часть 2» .

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей зачёта.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		8
Аудиторные занятия, час.	48	48
Лекции, час.	16	16
Практические занятия, час.	16	16
Лабораторные работы, час.	16	16
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	24	24
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	72	72
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	2	2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Общие вопросы технологии сборки	Определение понятия «сборка турбины». Задачи сборки. Подготовка турбины к сборке. Узловая сборка. Технологичность конструкции деталей и узлов в отношении сборки. Стационарный метод сборки. Подвижный метод сборки. Графики сборки. Технические требования к сборочным процессам. Учет правил техники безопасности. Пути повышения производительности сборки.
Р2	Узловая сборка турбин	Технические требования к облопачиванию. Типовые технологические процессы облопачивания и типовые операции. Оборудование участка облопачивания. Контроль качества. Статическая балансировка облопаченных дисков. Требования к сборке роторов. Методы сборки роторов и оснащение. Сборка роторов. Контроль. Динамическая балансировка роторов.

		Требования к сборке частей корпусов. Сборка корпусов различных типов. Сборка частей двухстенных корпусов до и после механической обработки. Контроль качества.
P3	Общая сборка турбин	Задачи общей сборки турбин и предъявляемые к ней требования. Конструкции стендов для сборки и испытания турбин. Центровка корпусов турбин. Оптические и оптико-электронные методы. Пригонка и центровка вкладышей подшипников. Центровка роторов. Пригонка и центровка обойм и диафрагм в цилиндрах. Сборка упорного подшипника. Контроль зазоров в проточной части. Закрытие турбины под испытание. Мероприятия, обеспечивающие повторяемость заводской сборки на монтаже.
		Цель испытания. Подготовка турбин и стенда к испытанию. Организация испытания. Последовательность и содержание стендовых испытаний. Наблюдения и замеры, выполняемые при испытаниях. Ревизия после испытания. Исправление дефектов. Консервация. Упаковка. Оправка.
P4	Испытание турбин на заводском стенде	Цель испытания. Подготовка турбин и стенда к испытанию. Организация испытания. Последовательность и содержание стендовых испытаний. Наблюдения и замеры, выполняемые при испытаниях. Ревизия после испытания. Исправление дефектов. Консервация. Упаковка. Оправка.
P5	Монтаж турбины	Подготовительные работы для проведения монтажа. Проект производства работ. Монтажные формуляры и акты. Подготовка и проверка фундамента. Последовательность монтажных работ. Монтаж конденсатора. Сборка цилиндров. Установка и выверка корпусов цилиндров, подшипников, вкладышей подшипников и роторов. Установка постоянных подкладок. Проверка центровки деталей и зазоров проточной части. Подливка фундаментных рам бетоном. Закрытие турбины для проведения испытаний. Нанесение тепловой изоляции.
P6	Ремонт турбин	Регламент технического обслуживания и ремонтов. Вывод агрегата в ремонт. Разборка турбоустановки. Очистка узлов и деталей. Дефектация и ремонт турбины. Ремонт масляной системы. Сборка турбины, после восстановления и замены дефектных деталей.
P7	Пуск и наладка турбоагрегата после монтажа	Предпусковые работы. Пуск турбины и испытания на холостом ходу. Нагружение турбины. Останов турбины. Сдача турбоагрегата в эксплуатацию.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

Семестр: 8

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач.ед.):56

Объем дисциплины (зач.ед.):2

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)					Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)			Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)								
								Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Ни/и семинар-конференция/коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет при отсутствии экзамена	Экзамен	
P1	Общие вопросы технологии сборки	3	2	2			1	1	1																Зачет при наличии экзамена				Зачет при отсутствии экзамена
P2	Узловая сборка турбин	9	6	2	4		3	3	1	2																			
P3	Общая сборка турбин	21	15	3	4	8	6	6	1	2	3																		
P4	Испытание турбин на заводском стенде	3	2	2			1	1	1																				
P5	Монтаж турбины	20	15	3	4	8	5	5	1	2	2																		
P6	Ремонт турбин	3	2	2			1	1	1																				
P7	Пуск и наладка турбоагрегата после монтажа	9	6	2	4		3	3	1	2																			
Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:		68	48	16	16	16	20	20	7	8	5																		
Всего по дисциплине (час.):		72																											

4

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без подготовки к аттестационным мероприятиям»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Измерение высотного положения частей турбоустановок	8
P5	2	Определение положения деталей проточной части турбины при помощи оптических приборов	8

Всего: 16

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Статическая балансировка облопаченных дисков	4
P3	2	Центровка роторов	4
P5	3	Контроль зазоров в проточной части	4
P7	4	Ревизия после испытания	4

Всего: 16

4.3. Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

«не предусмотрено»

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

«не предусмотрено»

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

«не предусмотрено»

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

«не предусмотрено»

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

«не предусмотрено»

4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работы)(индивидуального или группового)*

«не предусмотрено»

4.3.7. *Примерный перечень контрольных работ*

«не предусмотрено»

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

«не предусмотрено»

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

1. Виды неуравновешенности.
2. Статическая неуравновешенность дисков и роторов.

3. Станки и установки для статической балансировки.
4. Подсчет массы уравнивающего груза.
5. Центровка роторов по расточкам.
6. Центровка роторов по полумуфтам.
7. Приспособления и мерительный инструмент, применяемый при центровке роторов.
8. Последовательность центровки роторов по полумуфтам.
9. Обработка результатов.
10. Исправление центровки.
11. Радиальные и аксиальные зазоры.
12. Приспособления для осевого перемещения и проворачивания роторов.
13. Пластинчатые и клиновые щупы.
14. Замеры радиальных зазоров при помощи оттисков.
15. Составление паспорта зазоров проточной части.
16. Анализ результатов испытаний.
17. Вскрытие турбины.
18. Анализ состояния проточной части.
19. Консервация турбины.
20. Измерение высотного положения опор при помощи гидростатического уровня.
21. Подготовка к блочной отпавке ГТУ.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P7	Методы активного обучения												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*	*	*									
	Командная работа		*	*									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

8 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VIII, 1-8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5.		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в работе практических занятий</i>	VIII, 1-8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в лабораторных работах</i>	VIII, 1-8	34
<i>Выполнение отчетов по лабораторной работе № 1</i>	VIII, 1-8	33
<i>Выполнение отчетов по лабораторной работе № 2</i>	VIII, 1-8	33
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр VIII	1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Новиков В.А. Технология производства и монтажа паровых и газовых турбин: Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2005. 670 с. (для ТОП1 (25 чел.) с учетом переизданий 29 экз.).

2. Новиков В.А. Технология изготовления сопловых и рабочих лопаток турбины. Екатеринбург, УрФУ. 2011. 206 с. (для ТОП1 (25 чел.) хранится на кафедре 30 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Бауман Н.Я., Яковлев М.И., Свечков И.Н. Технология производства паровых и газовых турбин: Учебник. М.: Машиностроение, 1973. 464 с. (22 экз.).

2. Цигельник А.Д. Сборка газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом: Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2003. 56 с. (21 экз.).

3. Цигельник А.Д. Монтаж, наладка и ремонт газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом: Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2003. 69 с. (20 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Новиков В.А. Измерение высотного положения частей турбоустановок/Методические указания к лабораторной работе. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 14 с.

2. Новиков В.А. Центровка роторов турбины по полумуфтам/Методические указания к лабораторной работе. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 14 с.

3. Новиков В.А. Определение положения деталей проточной части турбин при помощи оптических приборов/Методические указания к лабораторной работе. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 14 с.

7.2. Программное обеспечение

«не используется»

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

2. Сайт кафедры «Турбины и двигатели» www.tid-urfu.ru

7.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплект контрольных вопросов для промежуточной аттестации.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
«СБОРКА, МОНТАЖ, РЕМОНТ И НАЛАДКА ГПА».....	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
4.1. Лабораторный практикум	7
4.2. Практические занятия	7
4.3. Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля.....	7
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	7
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	7
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	7
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	7
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	7
4.3.6. <i>Примерная тематика курсового проекта (работы)(индивидуального или группового)</i>	7
4.3.7. <i>Примерный перечень контрольных работ</i>	7
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	7
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	7
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	8
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	8
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – k дисц.	8
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.....	9
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	10
7.1. Рекомендуемая литература	10
7.1.1. Основная литература	10
7.1.2. Дополнительная литература	10
7.1.3. Методические разработки	10
7.2. Программное обеспечение	10
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	10
7.4. Электронные образовательные ресурсы.....	10
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы).....	10
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием	10
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	12

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕПЛООБМЕННИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

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 газокompрессорных станций	5376	Б1.49.1
13.03.03/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.49.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Долж- ность	Кафедра	Подпись
1	Горюнова Ирина Юрьевна	канд. техн. наук, доцент	доцент	Турбины и двигатели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			Костылев А.В.	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛООБМЕННИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

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

- 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 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);
- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- типовые конструкции оборудования и компоновки энергоустановок и основы их эксплуатации;
- алгоритмы управления энергоустановок и вспомогательного оборудования;
- основные тенденции и перспективы в развитии технологий энергоустановок;
- средства и системы автоматизации и механизации производства энергоустановок;

уметь:

- принимать правильные решения при отклонении работы оборудования от нормальных режимов;

- анализировать аварийные ситуации и предпринимать действия по предупреждению или устранению неисправностей;
- разбираться в различных тепловых и технологических схемах, устройстве и работе основных и вспомогательных систем энергоустановок;
- определять эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы оборудования энергоустановок;
- применять современные достижения науки и передовых технологий на производстве;
- управлять техпроцессами, используя современные системы автоматизации;
- выдвигать предложения по совершенствованию технологических операций и внедрению новых видов прогрессивной техники;

владеть:

- практическими навыками понимания различных тепловых и технологических схем энергоустановок;
- методами повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем, и работы основного и вспомогательного оборудования энергоустановок;
- навыками анализа условий и режимов работы основного и вспомогательного оборудования энергоустановок;
- опытом применения современных достижений науки и передовых технологий на производстве.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Теплообменники энергетических установок» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов восьмого семестра.

Изучение данной дисциплины опирается на знание студентами общепрофессиональных и ряда специальных дисциплин, например, «Энергетические машины и установки», «Газотурбинные установки», «Теория турбомашин», «Компрессоры ГТУ», «Принципы расчета и проектирования газовых турбин».

Полученные знания и умения используются для практической работы бакалавра во время производственной практики и подготовки выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Изучение данной дисциплины опирается на знание студентами общепрофессиональных и ряда специальных дисциплин, например, «Термодинамика», «Механика жидкости и газа», «Тепломассообмен».

Полученные знания и умения используются при изучении специальных дисциплин профессионального цикла «Газотурбинные установки», а также для практической работы бакалавра во время Преддипломной практики и подготовки выпускной квалификационной работы.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		8	
Аудиторные занятия	32	32	
Лекции	16	16	
Практические занятия	16	16	
Лабораторные работы	-	-	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и	76	76	

промежуточной аттестации, час.			
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Введение	Место и назначение теплообменных аппаратов в схемах ГТУ и ПТУ. Влияние эффективности и надежности работы теплообменных аппаратов на технико-экономические показатели ПТУ и ГТУ.
Р2	Общие положения	Классификация теплообменных аппаратов. Виды расчетов теплообменников: конструкторский и поверочный, тепловой, гидравлический, прочностной.
Р3	Требования к теплообменникам	Интенсификация теплообмена, гидравлическое сопротивление, оптимальные скорости движения теплоносителей, герметичность трактов теплообменных аппаратов, простота обслуживания и ремонта, компоновка теплообменников.
Р4	Теплоносители и их свойства	Основные теплоносители ГТУ и ПТУ. Свойства воздуха, воды и пара: термодинамические и критические параметры, физические свойства. Основные характеристики топлива и продуктов сгорания: состав, теплота сгорания, отношение к нагреванию. Определение объема воздуха, необходимого для горения и объема продуктов сгорания. Коэффициент избытка воздуха.
Р5	Конструктивные особенности теплообменников ГТУ и ПТУ	Основные элементы конструкции кожухотрубных аппаратов: корпуса и опоры, входные и выходные камеры, трубные доски и промежуточные перегородки, трубки и способы их крепления. Компоновка трубных пучков. Конструкции контактных теплообменников: градирня, деаэратор.
Р6	Особенности работы и конструирования теплообменников для генерации рабочих тел ПТУ и ГТУ	Технология производства пара в паровых котлах различных типов. Принципы работы камер сгорания ГТУ. Коэффициент использования топлива, срывная характеристика.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Назначение и особенности теплообменников ГТУ и ПТУ	1
P2	2	Изучение основ теплового и гидравлического расчетов теплообменников	7
P3	3	Методы интенсификации теплообмена	2
P4	4	Расчет процессов горения топлива	2
P5	5	Обзор конструкций кожухотрубных теплообменников	2
P6	6	Обзор конструктивных особенностей камер сгорания	2
Всего:			16

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

не предусмотрено

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

не предусмотрено

4.3.6. *Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)*

не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

Описание конструкций и узлов теплообменных аппаратов.

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Место и назначение теплообменных аппаратов в схемах ПТУ.

2. Место и назначение теплообменных аппаратов в схемах ГТУ.

3. Классификация теплообменных аппаратов.

4. Влияние эффективности и надежности работы теплообменных аппаратов на технико-экономические показатели ПТУ и ГТУ.

5. Виды расчетов теплообменников
6. Показатели эффективности теплообменников.
7. Гидравлическое сопротивление, оптимальные скорости движения теплоносителей.
8. Подготовка топлива к сжиганию.
9. Свойства теплоносителей.
10. Состав твердого, жидкого и газообразного топлива.
11. Теплота сгорания топлива.
12. Расчет топлива. Определение объема продуктов сгорания.
13. Расчет топлива. Определение объема воздуха, необходимого для сжигания.
14. Отношение топлива к нагреванию.
15. Коэффициент избытка воздуха.
16. Основные элементы конструкции кожухотрубных аппаратов.
17. Компоновка трубных пучков.
18. Особенности конструкций теплообменников АВОмасла и АВОгаза.
19. Особенности конструкций котлов-утилизаторов.
20. Принципы работы камер сгорания ГТУ.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
Р1-Р6	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*	*								*		
	Командная работа		*										

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

8 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,5		
Текущая аттестация на лекциях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VIII, 1-8	80
<i>Контрольная работа</i>	VIII, 1-8	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. = 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических /семинарских занятий</i>	VIII, 1-8	30
<i>Участие в практических занятиях</i>	VIII, 1-8	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.= 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. = 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы не предусмотрена

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 8</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

. Основная литература

1. Аронсон К.Э. Теплообменники энергетических установок: учебник для вузов / К.Э.Аронсон, С.Н. Блинков, В.И. Брезгин [и др.]; по общей ред. Д-ра техн. Наук, проф. Ю.М. Бродова. 2-е изд. перераб. и доп. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 817 с. 25 экз. (25 чел.).

2. Котельные установки: текст лекций / В.Л. Похорилер, И.Ю.Горюнова. 2-е изд. перераб. и доп. Екатеринбург. УрФУ, 2011. 97 с. 25 экз. (25 чел.).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Теплообменники энергетических установок: Учебник для вузов / К.Э. Аронсон, С.Н. Блинков, В.И. Брезгин и др. под общ. ред. Ю.М. Бродова. Екатеринбург: из-во СОКРАТ, 2003. 990 с. (21 экз.).

2. Бродов Ю.М., Ниренштейн М.А., Аронсон К.Э., Рябчиков А.Ю. Теплообменные аппараты в системах регенеративного подогрева питательной воды паротурбинных установок: учебное пособие. Екатеринбург УГТУ-УПИ, 1998.-192 с. 25 экз. (25 чел.).

3. Паровые котлы тепловых электростанций: Учебник для вузов. М.: Энергоиздат, 1981. 240 с., ил. (25 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Теплообменники энергетических установок: учеб.нагляд.пособие /К.Э.Аронсон, Ю.М.Бродов, М.А.Ниренштейн, Д.В.Брезгин. – Изд . третье. доп. – Екатеринбург:Изд-воУрал.ун-та.2013.-224с.

2. Теплообменники энергетических установок: Иллюстративное приложение к учебнику / М.А.Ниренштейн, И.Д.Ларионов, И.Ю.Горюнова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ_УПИ, 2005.42с.

7.2. Программное обеспечение

Корпоративные версии продуктов Microsoft: операционная система Windows Pro 10.

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

7.4. Электронные образовательные ресурсы

не используются

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛООБМЕННИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
4.1. Лабораторный практикум	7
4.2. Практические занятия	7
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	7
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	7
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	7
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	7
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	7
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	7
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	7
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	7
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	7
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	7
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	8
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	8
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	8
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	8
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	9
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	9
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
7.1. Рекомендуемая литература.....	9
7.1.1. Основная литература	9
• Основная литература	9
7.1.2. Дополнительная литература.....	9
7.1.3. Методические разработки	10
7.2. Программное обеспечение	10
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	10
	12

7.4. Электронные образовательные ресурсы	10
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	10
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	10
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
ОГЛАВЛЕНИЕ	12

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

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 газокompрессорных станций	5376	Б1.38.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.38.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Новосёлов Владимир Борисович	к.т.н.	Профессор	Турбины и двига- тели	
2	Марковский Валентин Менделеевич		Ст. препо- даватель	Турбины и двига- тели	

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			Костылев А.В.	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ:

- Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1).

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

- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9);

- способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности (ПК-11).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основополагающие понятия теорий управления сложными объектами, существо системного подхода к исследованию их динамики в процессах регулирования;

уметь:

- корректно поставить и компьютерно реализовать исследовательские задачи определения работоспособности и качественных показателей систем регулирования;

владеть:

- основными методами работы на ПК с прикладными программными средствами компьютерных расчётов динамики и статики систем регулирования.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Управление техническими системами» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов пятого семестра.

Дисциплина «Управление техническими системами» базируется на результатах изучения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», первого, второго, третьего и четвертого семестров. Результаты обучения данной дисциплины могут быть использованы в дисциплинах «Автоматическое регулирование газотурбинных установок».

Целью модуля является формирование у студентов теоретических знаний, специальных умений и практических навыков по управлению, контролю и оптимизации технологических процессов газокompрессорных станций газотранспортного предприятия, эксплуатации и обслуживания технологического оборудования.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		5	
Аудиторные занятия	51	51	
Лекции	17	17	
Практические занятия	17	17	
Лабораторные работы	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Преобразование Лапласа	Общие свойства преобразования Лапласа. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений.
P2	Линеаризация уравнений движения. Относительная система координат	Метод линеаризации ДУ методом малых отклонений на основе разложения функций в ряд Тейлора. Способы перевода дифференциальных уравнений в относительную безразмерную форму посредством введения базовых (масштабных) отклонений регулируемых величин. Суть перехода к относительной системе координат как к системе с нулевыми начальными условиями

P3	Типовые звенья системы автоматического регулирования	Применение преобразования Лапласа для исследования систем. Передаточная функция. Типовые возмущения.
P4	Соединения типовых звеньев	Последовательное и параллельное соединение элементов. Соединение элементов по принципу обратной связи. Значение отрицательной обратной связи в системах автоматического регулирования
P5	Законы регулирования	Понятие закона регулирования. Типовые регуляторы: пропорциональный (П), интегральный (И), дифференциальный (Д). Характеристики и влияние типовых законов регулирования на качество системы. Сложный ПИД-регулятор
P6	Частотные характеристики типовых звеньев	Усиление и сдвиг фазы как функции частоты входного сигнала.
P7	Устойчивость САР. Алгебраические критерии устойчивости	Корневой критерий качества системы. Критерий Раусса-Гурвица.
P8	Частотные критерии устойчивости.	Критерий Найквиста. Критерий Михайлова
P9	Качество САР	Прямые критерии качества. Косвенные критерии качества. Интегральные критерии качества.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Семестр 5

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач.ед.):56

Объем дисциплины (зач.ед.):3

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																														
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)			Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)															
								Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Или семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет при отсутствии экзамена	Экзамен									
P1	Введение в теорию автоматического регулирования	1,5	1	1			0,5	0,5	0,5																												
P2	Преобразование Лапласа	7,5	6	2	4		1,5	1,5	0,5	1																											
P3	Линеаризация уравнений движения. Относительная система координат	9	6	2	4		3	3	1	2																											
P4	Типовые звенья системы автоматического регулирования	7	5	2		3	2	2	1		1																										
P5	Соединения типовых звеньев	11	8	2	3	3	3	3	1	1	1																										
P6	Частотные характеристики типовых звеньев	13	9	2	4	3	4	4	1	2	1																										
P7	Устойчивость САР. Алгебраические критерии устойчивости	10	7	2	2	3	3	3	1	1	1																										
P8	Частотные критерии устойчивости	7	5	2		3	2	2	1		1																										
P9	Качество САР	6	4	2		2	2	2	1		1																										
Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:		72	51	17	17	17	21	21	8	7	6																										36
Всего по дисциплине (час.):		108																																			

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИН

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на выполнение работы (час)
P4, P5	1	Типовые звенья системы автоматического регулирования. Соединения типовых звеньев	6
P6, P8	2	Частотные характеристики типовых звеньев. Частотные критерии устойчивости.	6
P7, P9	3	Устойчивость САР. Алгебраические критерии устойчивости. Качество САР.	5
Всего:			17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Преобразование Лапласа	4
P3	2	Линеаризация уравнений движения. Относительная система координат	4
P5	3	Соединения типовых звеньев	3
P6	4	Частотные характеристики типовых звеньев	4
P7	5	Устойчивость САР. Алгебраические критерии устойчивости	2
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Общие принципы построения и функционирования систем контроля, регулирования, управления и защиты паровых, газовых турбин и ДВС.
2. Математическая модель системы автоматического регулирования (САР)? Особенности и роль линейных дифференциальных уравнений в теории автоматического регулирования.
3. Преобразование Лапласа. Основные свойства преобразования Лапласа. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений.
4. Реализация линеаризации дифференциальных уравнений САР?
5. Перевод дифференциальных уравнений САР в относительную безразмерную?
6. Использование преобразования Лапласа для исследования САР? Передаточная функция. Типовые возмущения.
7. Способы соединения элементов САР?
8. Закон регулирования? Типовые регуляторы и их характеристики.
9. Частотные характеристики элементов САР и их связи с дифференциальными уравнениями.
10. Критерии устойчивости? Основные типы критериев устойчивости и их взаимосвязи.
11. D-разбиение плоскости параметров системы.
12. Прямые критерии качества.
13. Структура и элементы контуров контроля, регулирования и защиты паровой турбины.
14. Статическая характеристика турбоагрегата и её роль в распределении нагрузки между параллельно работающими турбоагрегатами? Степень неравномерности и нечувствительности регулирования частоты вращения.
15. Основные уравнения динамики элементов САР турбоагрегата.
16. Электрогидравлическая система регулирования и защиты (ЭГСРиЗ) паровой турбины. Её место и характеристика в сравнении с гидромеханической и гидродинамической СА-РиЗ.
17. Основные регуляторы САРиЗ и ЭГСРиЗ паровой конденсационной и теплофикационной турбины.
18. Особенности работы паровой турбины по блочной схеме и схеме с поперечными связями?
19. Способы управления турбиной и котлом в блочной схеме. Маневренность и приемистость энергоблоков.
20. Особенности регулирования паровой турбины в составе ПГУ.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	Подготовка к ауд. занятиям	Курсовой проект	Курсовая работа	Расчетно-граф. работа	Расчетная работа	Контрольная работа	Домашняя работа	Реферат	Коллоквиум
P1 – P9	Методы активного обучения	*											
	Проектная работа	*											
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)												
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*											
	Командная работа		*										
	Другие (указать, какие)												
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение												
	Сетевые учебные курсы												
	Виртуальные практикумы и тренажеры												
	Вебинары и видеоконференции												
	Асинхронные web-конференции и семинары												
	Совместная работа и разработка контента												
Другие (указать, какие)													

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

5 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	5, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в практических занятиях	V, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных занятиях	V, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы (проекта)

Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 5	1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Регулирование и автоматизация паровых турбин и газотурбинных установок: учебное пособие / В.А. Леснов, В.Б. Новосёлов, В.М. Марковский, В.М. Гладченко; под общей ред. В.Б. Новосёлова. Изд. 2-е, стереотип. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 345 с. (хранится на кафедре 25 экз.)

2. Баринберг Г.Д. Паровые турбины и турбоустановки Уральского турбинного завода. (2- изд., переработанное и дополненное)/ Г.Д. Баринберг, Ю.М. Бродов, А.А. Гольдберг, Л.С. Иоффе, В.В. Кортенко, В.Б. Новосёлов, Ю.А. Сахнин// Екатеринбург: ООО «Типография Циркон», г. Реж Свердловской области, 2010. 488 с. (хранится на кафедре 25 экз.)

7.1.2. Дополнительная литература

1. Веллер В.Н. Регулирование и защита паровых турбин/ В.Н. Веллер. – М.: «Энергоатомиздат», 1985. 103 с. (32 экз. на 50 чел.).

2. Бененсон Е.И., Иоффе Л.С. Теплофикационные паровые турбины/ Е.И. Бененсон, Л.С. Иоффе; Под ред. Д.П. Бузина. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Энергоатомиздат», 1986. 270 с. (21 экз. на 50 чел.).

3. Кириллов И.И. Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Энергоатомиздат», 1986. – 270 с. (21 экз. на 50 чел.).

7.1.3. Методические разработки

Исследование на математической модели системы регулирования частоты вращения паровой турбины (второе издание): методические указания к курсовому проектированию / сост. В.Б. Новосёлов, В.М. Марковский. Екатеринбург: УрФУ, 2014. 39 с.

7.2. Программное обеспечение

PTC Mathcad Prime 4.0 в составе Creo Parametric University Site License

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Интернет-ресурсы: www.power-m.ru; www.utz.ru; www.turboatom.com.ua.

7.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

«не используются»

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ	7
4.1. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	7
4.2. Практические занятия	7
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	7
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	7
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	7
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	7
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	7
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	7
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	7
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	7
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	7
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	8
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	9
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 10	
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.	10
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	10
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы (проекта)....	10
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	10
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7.1. Рекомендуемая литература.....	11
7.1.1. Основная литература	11
7.1.2. Дополнительная литература.....	11
7.1.3. Методические разработки	11
7.2. Программное обеспечение	11

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	11
7.4. Электронные образовательные ресурсы	11
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	11
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	11
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
ОГЛАВЛЕНИЕ	13

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 Теплоэнергетики и теплотехники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
С.Т. Князев
« ___ » _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭКОЛОГИЯ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ**

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	Б1.29
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.29

**МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ**

Екатеринбург 201__

Рабочая программа составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Островская Анна Валентиновна	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	<i>Теплоэнергетика и теплотехника</i>	

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра- координатор моду- ля]			Комаров О.В.	
2	Теплоэнергетика и теплотехника [Ка- федра, преподаю- щая дисциплину]			Мунц В.А.	
3	Турбины и двига- тели [Читающая и вы- пускающая кафед- ра]			Бродов Ю.М.	
4	Электропривод и автоматизация промышленных установок [Читаю- щая и выпускаю- щая кафедра]			Костылев А.В.	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКОЛОГИЯ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ:

- Демонстрировать профессиональную, социальную, экологическую, правовую ответственность (УК-2).

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

- 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).

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

- способность и готовность к обслуживанию технологического оборудования (ПК-7).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- суть понятий «экологическая безопасность» и «экологическая политика»
- суть основных экологических проблем, возникающих при работе системы транспорта газа
- институциональные и инженерные методы снижения негативного воздействия ГКС на окружающую среду

Уметь:

- проводить сравнительный анализ возможных воздействий транспорта газа на окружающую среду
- выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения

Владеть:

- методами оценки степени воздействия системы транспорта газа на окружающую среду

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Экология газокomppressorных станций» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 72 уч. часов восьмого семестра и опирается на знания, полученные в курсе «Экология» в 1 семестре, а также на дисциплины профессионального цикла.

Дисциплина посвящена изучению основ регулирования воздействия газокomppressorных станций (ГКС) на окружающую среду с целью повышения их экологической безопасности. Важное место в содержании дисциплины занимает анализ факторов, влияющих на загрязнение окружающей среды природным газом и продуктами сгорания топлив, а также методов снижения негативного воздействия на окружающую среду.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Интерактивные технологии обучения используются в ходе практических занятий и связаны с выполнением тематических заданий и контрольной работы:

- практические занятия по разделам дисциплины Р2-Р4 проводятся с использованием командной работы студентов, а также включают в себя рассмотрение реальных ситуаций.

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей зачёта.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		8
Аудиторные занятия, час.	24	24
Лекции, час.	12	12
Практические занятия, час.	12	12
Лабораторные работы, час.	-	-
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	48	48
Вид промежуточной аттестации (Э, З)	3	3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	72	72
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	2	2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Введение	Основные понятия. Цели и задачи курса. Структура курса. Понятия экологической безопасности и экологической политики.
Р2	Воздействие магистральных газопроводов на окружающую среду	Характеристика понятия «окружающая среда». Окружающая природная и социально-экономическая среда северных регионов РФ. Магистральный газопровод как источник воздействия

		на окружающую среду. Воздействие при строительстве и эксплуатации. Эмиссия природного газа. Факторы, влияющие на величину эмиссии природного газа. Характеристика природного газа. Воздействие природного газа на воздушную среду, гидросферу, на почву, растительный и животный мир, на человека.
Р3	Воздействие ГКС на окружающую среду	ГКС как источник воздействия на окружающую среду. Воздействие на воздушную среду: эмиссия природного газа, выбросы продуктов сгорания топлив. Характеристика вредных веществ, образующихся при работе ГКС. Факторы, влияющие на образование вредных веществ. Воздействие ГКС на водные объекты, на почву, растительный и животный мир. Физическое воздействие: шум, вибрация, тепловыделения.
Р4	Повышение экологической безопасности системы транспорта газа	Институциональные меры: законодательные и нормативные акты, экологический мониторинг, подготовка и обучение кадров, создание системы экологического менеджмента, экономический механизм регулирования воздействия. Инженерные методы повышения экологической безопасности: методы регулирования выбросов продуктов сгорания топлив, пути снижения выбросов природного газа. Охрана водных объектов. Охрана и рекультивация почв.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1.

Семестр обучения:8

Объем модуля (зач.ед.): 56
Объем дисциплины (зач.ед.):2

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Всего (час.)	Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)									
							Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*		Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*		
P1	Введение	1	1	1																									
P2	Воздействие магистральных газопроводов на окружающую среду	18	7	3	4				11	4	7																		
P3	Воздействие ГКС на окружающую среду	24	8	4	4				14	7	7										2	1							
P4	Повышение экологической безопасности системы транспорта газа	25	8	4	4				11	5	6	6	1																
Всего (час.):		68	24	12	12				48	16	20	6	6								2	2							4
Всего по дисциплине (час.):		72																											

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Расчет коэффициента активности утечек природного газа	2
P2	2	Расчет технологических выбросов природного газа	2
P3	3	Расчет валовых выбросов оксидов азота и оксида углерода	2
P3	4	Анализ экологических испытаний оборудования ГКС.	2
P4	5	Рассмотрение институциональных и инженерных методов повышения экологической безопасности природного газа	4

Всего: 12

4.3. Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Определение размеров санитарно-защитной зоны газокompрессорной станции.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

Не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Характеристика вредных веществ, образующихся при работе ГКС, их воздействие на окружающую среду и факторы, влияющие на их образование.

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

Раздел 1. «Введение».

1. Суть понятия «Экологическая безопасность».
2. Каковы цели и задачи обеспечения экологической безопасности?
3. В чем суть экологической политики?

Раздел 2. «Воздействие магистральных газопроводов на окружающую среду».

1. Сформулировать основные экологические проблемы, возникающие при строительстве магистрального газопровода.
2. Сформулировать основные экологические проблемы, возникающие при эксплуатации магистрального газопровода.
3. Чем опасны утечки природного газа?
4. Какое оборудование характеризуется наибольшим коэффициентом активности утечек газа?
5. Какие факторы влияют на эмиссию природного газа?
6. В чем состоит воздействие природного газа на окружающую среду и человека?
7. Чем обусловлено термическое воздействие магистрального газопровода на окружающую среду?
8. Каковы особенности окружающей среды северных регионов России?

Раздел 3. «Воздействие ГКС на окружающую среду».

1. Какие технологические операции при работе ГКС сопровождаются негативным воздействием на окружающую среду?
2. В чем состоит это негативное воздействие?
3. Какие операции сопровождаются эмиссией природного газа?
4. Какие факторы влияют на эмиссию природного газа?
5. Какие вредные вещества образуются при сжигании природного газа?
6. В чем состоит негативное воздействие продуктов сгорания топлива на человека и окружающую среду?
7. Какие факторы влияют на образование оксидов азота?
8. Какие факторы влияют на образование оксидов углерода?
9. Какие факторы влияют на выход углеводородов?
10. Какие факторы определяют рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере?
11. Какое воздействие оказывает ГКС на водные объекты?
12. В чем состоит негативное воздействие на почвенный покров?
13. Какие виды физического воздействия оказывает ГКС на окружающую среду?
14. Какие факторы влияют на интенсивность физических воздействий?

Раздел 4. «Повышение экологической безопасности системы транспорта газа».

1. Какие методы очистки газов от загрязнений ГКС существуют? В чем их достоинства и недостатки?
2. В чем состоят особенности основных методов очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод ГКС?
3. В чем заключаются основные направления охраны и защиты литосферы?
4. Что такое рекультивация почв? Для чего она применяется?
5. Какие основные методы применяются для защиты окружающей среды от физических загрязнений ГКС?
6. Что такое санитарно-защитная зона?
7. Какие методы применяются для снижения утечек природного газа?
8. Как можно снизить технологические выбросы природного газа?
9. Какие методы применяются для снижения выбросов оксидов азота? В чем суть этих методов?
10. Какие методы применяются для снижения выбросов оксидов углерода и углеводородов? В чем суть этих методов?

11. Какие институциональные меры позволяют повысить экологическую безопасность ГКС?

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P2-P4	Методы проблемного обучения (дискуссии)	*	*										
	Командная работа		*										

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.

В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – к курс.

Не предусмотрены

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,5		
Текущая аттестация на лекциях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (8 семестр)	VIII, 1-5	35
СРС: выполнение контрольной работы	VIII, 5	65
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек. = 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек. = 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. = 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий (5)	VIII, 2-8	20
Выполнение заданий на занятиях	VIII, 2-8	40
СРС - выполнение домашней работы	VIII, 8	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.=1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. = 0		

3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрены

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
Семестр VIII	к сем. VIII =1

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Большаков В.Н. Экология: Учебник. Изд. 2-е, перераб. и доп./В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко [и др.]; Под. ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко. М.: Университетская книга, Логос, 2005. 504 с. 185 экз.
2. Экология : учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим специальностям / [В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко и др.] ; под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко.— Москва : КНОРУС, 2012 .— 304 с. 200 экз.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Большаков В.Н. Экология: учебник для вузов/ В.Н.Большаков и др. Под ред. Г.В.Тягунова, Ю.Г. Ярошенко.- М.: «Интернет Инжиниринг», 2000, 330 с. 157 экз.
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7 – ФЗ//Собрание законодательства Российской Федерации. № 36. Оpubл. 9.09.2002 (офиц. изд.). Режим доступа: <https://rg.ru/2002/01/12/oxranasredy-dok.html>
3. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: словарь-справочник/Н.Ф. Реймерс. М.: Просвещение, 1992. 320 с. Режим доступа: http://www.studmed.ru/reymers-nfohrana-prirody-i-okruzhayuschey-cheloveka-sredy-slovar-spravochnik_3054676810a.html
4. Об утверждении Концепции национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 17.12.1997 г. № 1300//Собрание законодательства Российской Федерации. – 29.12.97. - № 52; Собрание законодательства Российской Федерации. – 10.01.2000. - № 2. Режим доступа: <http://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-17121997-n-1300/>
5. Основы экологии: учебное пособие / А. В. Островская, Г. П. Ясников, В. И. Лобанов [и др.]; УГТУ .— 2-е изд., испр. и доп. — Екатеринбург: Б. и., 1999 .— 178 с. — без гри-фа .— 30 экз.

7.1.3. Методические разработки

1. Экологическая безопасность газокompрессорных станций: Учебно-методическое пособие/ Е. Б. Перельман. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 48 с.
2. Шалимов М.П. Антропогенное воздействие на среду обитания: методические указания для практических занятий по курсу «Экология»/М.П. Шалимов, Е.Б. Вотинова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 36 с.
3. М. Т. Комлачев, Т. В. Заболотских. Определение класса опасности отходов производства и потребления и расчет платежей за их размещение: Учебное электронное текстовое издание. Научный редактор: д-р. техн. наук В. С. Цепелев. Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2008.

7.2 Программное обеспечение

Корпоративные версии продуктов Microsoft: MS Office Professional Plus 2016.

7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. База данных «Состояние и охрана окружающей среды Урала». Режим доступа: <http://ecoinf.uran.ru/>

2. Полнотекстовая база данных «Кодекс» (Законы РФ и Свердловской области, ГОСТы) – ресурсы информационно-библиографического отдела УрФУ.

3. Исследовательская сеть «население-окружающая среда» (Population-Environment Research Network): Режим доступа : <http://www.populationenvironmentresearch.org>

4. Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП): Режим доступа. <http://www.unep.org>

5. Институт планетарной политики (Earth Policy Institute). Режим доступа: <http://www.earth-policy.org>

6. Институт Мировых ресурсов (World Resources Institute, WRI). Режим доступа:

<http://www.wri.org>

7.4 Электронные образовательные ресурсы

Не используются

7.5 Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплект аттестационных материалов к промежуточной аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Аудитория Т-703 , оснащённая мультимедийным оборудованием.

Компьютерный класс кафедры ТиД.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Требования к результатам освоения дисциплины	3
Место дисциплины в структуре модуля	4
Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах	4
Трудоемкость освоения дисциплины	4
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	7
Лабораторный практикум.....	7
Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля	7
Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	8
СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	9
ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	9
Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	9
Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	9
Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	10
Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)	10
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	11
Электронные образовательные ресурсы	11
Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	11
УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	11
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	12

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
Институт Уральский энергетический институт
Кафедра «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев

«__» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК**

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 газокompрессорных станций	5376	Б1.44.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.44.1

Модуль СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Новосёлов Владимир Борисович	к.т.н.	Профессор	Турбины и двигатели	
2	Марковский Валентин Менделеевич	-	Ст. преподаватель	Турбины и двигатели	
3	Артемова Татьяна Георгиевна	-	Ст. преподаватель	Турбины и двигатели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК»

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности и код уровня* осво- ения 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	01.10.15	1083
13.03.02	Электроэнергетика и электротехника	03.09.15	955

1.1. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1).

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

- способность и готовность к обслуживанию технологического оборудования (ПК-7);
- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9);
- способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности (ПК-11).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен **знать:**

- средства и системы автоматизации и механизации энергоустановок.

уметь:

- выбирать и обосновывать оптимальные виды техпроцессов и управлять ими с помощью вычислительной техники, микропроцессоров и систем автоматики.

владеть:

- основными методами работы на ПК с прикладными программными средствами компьютерной графики.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Автоматическое регулирование газотурбинных установок» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 144 уч. часов седьмого семестра.

Курс состоит из лекций, практических занятий и лабораторных работ.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины

Очная форма обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		7
Аудиторные занятия, час.	68	68
Лекции, час.	34	34
Практические занятия, час.	17	17
Лабораторные работы, час.	17	17
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	76	76
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	144	144
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	4	4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие задачи регулирования газотурбинных установок	Регулируемые параметры ГТУ. Регулирование частоты вращения, температуры перед турбиной. Помпаж в ГТУ (ОК). Виды и области применения ГТУ
P2	Способы регулирования частоты вращения газотурбинной установки	Регулирование частоты вращения первого и второго рода. Входной направляющий аппарат с поворотными лопатками осевого компрессора. Регулируемый сопловой аппарат свободной турбины.
P3	Особенности регулирования газотурбинных установок	Одновальные и двухвальные ГТУ. Влияние вращающихся масс одновальной ГТУ на процесс регулирования. Влияние объема между компрессором и турбиной на процесс регулирования одновальной ГТУ. Динамический заброс температуры газа и частоты вращения силового вала в процессе регулирования двухвальной газотурбинной установки
P4	Особенности регулирования	Назначение и задачи системы регулирования и защиты

	ния энергетических ГТУ	энергетической ГТУ. Общие задачи САР и 3 энергетических ГТУ и паротурбинных турбогенераторов.
P5	Особенности регулирования ГТУ газоперекачивающих агрегатов	Поддержание на предельно заданном уровне давления на выходе компрессорной станции. Влияние аккумулялирующей способности газопровода на процесс регулирования ГТУ. Совместная работа ГПА на компрессорной станции
P6	Назначение, тип и устройство системы регулирования и защиты газотурбинной установки ГТК-10-4.	Назначение, устройство и работа гидродинамического регулятора скорости системы регулирования агрегата ГТК-10-4. Назначение и устройство импеллера в системе автоматического регулирования газотурбинной установки. Его характеристика (давление-обороты). Назначение, устройство и работа стопорного клапана в системе регулирования агрегата ГТК-10-4. Назначение, устройство и работа регулирующего клапана топливоподдачи в системе регулирования агрегата ГТК-10-4. Элементы защиты в пневматической системе регулирования ГТУ. Автомат безопасности, пневматический выключатель, кнопки управления. Контроль осевого сдвига валов газотурбинной установки и нагнетателя природного газа.
P7	Работа системы регулирования и защиты ГТК-10-4 в различных режимах эксплуатации	Работа системы регулирования агрегата ГТК-10-4 при пуске. Работа системы автоматического регулирования агрегата ГТК-10-4 при поддержании заданной скорости силового вала. Работа системы автоматического регулирования агрегата ГТК-10-4 при остановке. Управление двигателем регулятора скорости системы регулирования топливоподдачи. Исходное состояние и условия включения ДРС для открытия топливных клапанов. Работа ДРС при нормальном и аварийном останове ГТУ ГТК-10-4. Пуск ГПА ГТК-10-4. Нормальная остановка ГПА ГТК-10-4. Аварийная остановка ГПА ГТК-10-4.
P8	Системы маслоснабжения ГТУ и ГПА с гидродинамическими САР	Состав и работа системы маслоснабжения ГПА с ГТУ стационарного типа. Состав и работа системы маслоснабжения ГПА с конвертированным ГТД
P9	Назначение, тип и устройство системы регулирования и защиты газотурбинной установки ГТН-6. Работа системы регулирования и защиты ГТН-6 в различных режимах эксплуатации	Работа системы регулирования агрегата ГТН-6 при пуске. Работа системы автоматического регулирования агрегата ГТН-6 на переменном режиме. Работа системы автоматического регулирования агрегата ГТН-6 при остановке. Работа системы автоматического регулирования агрегата ГТН-6 при срабатывании защит
P10	Назначение, тип и устройство системы регулирования и защиты газотурбинной установки ГПА-Ц-16. Работа системы регулирования и защиты ГПА-Ц-16 в различных режимах эксплуатации	Работа системы регулирования агрегата ГПА-Ц-16 при пуске. Работа системы автоматического регулирования агрегата ГПА-Ц-16 на переменном режиме. Работа системы автоматического регулирования агрегата ГПА-Ц-16 при остановке. Работа системы автоматического регулирования агрегата ГПА-Ц-16 при срабатывании защит
P11	Электронные (электрогидравлические и электро-механические) системы авто-	Преимущества использования микропроцессоров в САР ГТУ. Устройство электронно-механической системы регулирования. Работа системы регулирования

	матического регулирования ГТУ	ГТУ с электронным регулятором скорости.
--	----------------------------------	-----------------------------------------

** Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем*

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач.ед.):56
 Объем дисциплины (зач.ед.):4

Семестр обучения: 7

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)					Виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)									
							Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*		
P1	Общие задачи регулирования газотурбинных установок	1	1	1																									
P2	Способы регулирования частоты вращения газотурбинной установки	6	3	3			3	3																					
P3	Особенности регулирования газотурбинных установок	6	3	3			3	3																					
P4	Особенности регулирования энергетических ГТУ	4	2	2			2	2																					
P5	Особенности регулирования ГТУ газоперекачивающих агрегатов.	4	2	2			2	2																					
P6	Назначение, тип и устройство системы регулирования и защиты газотурбинной установки ГТК-10-4.	30	16	3	5	8	14	3	4	7																			
P7	Работа системы регулирования и защиты ГТК-10-4 в различных режимах эксплуатации	32	17	4	4	9	15	4	4	7																			
P8	Системы маслоснабжения ГТУ и ГПА с гидродинамическими САР	16	8	4	4		8	4	4																				
P9	Назначение, тип и устройство системы регулирования и за-	22	6	4	2		6	4	2		10										1								

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
Р6, Р7	1	Управление регулятором скорости	1
Р6, Р7	2	Этапный пуск. Предпусковые условия	2
Р6, Р7	3	Выбор режима запуска. Последовательность выполнения операций 1 этапа пуска	2
Р6, Р7	4	Последовательность выполнения операций 2 этапа пуска	2
Р6, Р7	5	Последовательность выполнения операций 3 этапа пуска	2
Р6, Р7	6	Последовательность выполнения операций 4 этапа пуска	2
Р6, Р7	7	Нормальный останов	2
Р6, Р7	8	Автоматические аварийные защиты. Ситуации аварийного останова, выполняемые оператором	2
Р6, Р7	9	Последовательность выполнения операций аварийного останова	2

Всего: 17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
Р6, Р7	1	Валоповоротное устройство	2
Р6, Р7	2	Турбодетандер и краны на пусковом газе	2
Р6, Р7	3	Управление пусковым и резервным маслонасосами	1
Р6, Р7	4	Управление маслонасосами уплотнения	2
Р6, Р7	5	Зажигание и краны на топливном газе	2
Р8	6	Решение учебно-тренировочных задач по системе маслоснабжения агрегата ГТН-6	2
Р9	7	Решение учебно-тренировочных задач по системе регулирования ГТУ агрегата ГТН-6	2
Р8	8	Решение учебно-тренировочных задач по системе маслоснабжения ГТД НК-16СТ ГПА-Ц-16	2
Р10	9	Решение учебно-тренировочных задач по системе регулирования ГТД НК-16СТ ГПА-Ц-16	2

Всего: 17

4.3. Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

«не предусмотрено»

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

«не предусмотрено»

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

«не предусмотрено»

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Расчет динамического повышения частоты вращения силовой турбины ГТУ при изменении нагрузки

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

«не предусмотрено»

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

«не предусмотрено»

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

«не предусмотрено»

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

«не предусмотрено»

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

- Общие задачи регулирования газотурбинных установок.
- Способы регулирования частоты вращения газотурбинной установки. Регулирование ГТУ первого рода. Входной направляющий аппарат с поворотными лопатками осевого компрессора.
- Способы регулирования частоты вращения газотурбинной установки. Регулирование ГТУ второго рода. Регулируемый сопловой аппарат свободной турбины.
- Особенности регулирования одновальной газотурбинной установки.
- Влияние вращающихся масс одновальной ГТУ на процесс регулирования.
- Влияние объема между компрессором и турбиной на процесс регулирования одновальной ГТУ.
- Особенности регулирования двухвальной газотурбинной установки.
- Роль компрессорного агрегата на процесс регулирования двухвальной газотурбинной установки.
- Динамический заброс температуры газа и частоты вращения силового вала в процессе регулирования двухвальной газотурбинной установки.
- Особенности регулирования энергетических ГТУ.
- Особенности регулирования ГТУ газоперекачивающих агрегатов.
- Типы систем регулирования ГТУ. Особенности структуры схем систем регулирования.
- Назначение, тип и устройство системы регулирования газотурбинной установки ГТК-10-4.
- Предпусковое состояние системы автоматического регулирования агрегата ГТК-10-4.
- Работа системы регулирования агрегата ГТК-10-4 при пуске.
- Работа системы автоматического регулирования агрегата ГТК-10-4 при поддержании заданной скорости силового вала.
- Работа системы автоматического регулирования агрегата ГТК-10-4 при остановке.
- Назначение, устройство и работа гидродинамического регулятора скорости системы регулирования агрегата ГТК-10-4.
- Назначение и устройство импеллера в системе автоматического регулирования газотурбинной установки. Его характеристика (давление-обороты).

- Назначение, устройство и работа стопорного клапана в системе регулирования агрегата ГТК-10-4.
- Назначение, устройство и работа регулирующего клапана топливоподачи в системе регулирования агрегата ГТК-10-4.
- Тип, назначение и устройство регулятора давления воздуха в пневматической системе регулирования газотурбинной установке.
- Назначение, устройство и работа ограничителя приемистости в пневматической системе регулирования газотурбинной установки.
- Элементы пневматической системы регулирования, обеспечивающие противопомпажную защиту и сброс воздуха из осевого компрессора агрегата ГТК-10-4. Выпускные воздушные и сбросные клапаны. Золотник отсечной.
- Элементы защиты в пневматической системе регулирования ГТУ. Автомат безопасности, пневматический выключатель, кнопки управления. Назначение, устройство и работа.
- Контроль осевого сдвига валов газотурбинной установки и нагнетателя природного газа. Устройство и работа реле осевого сдвига агрегата ГТК-10-4.
- Регулирующее устройство пускового турбодетандера агрегата ГТК-10-4. Назначение, устройство и работа элементов при пуске газотурбинной установки.
- Назначение и устройство системы регулирования уплотнения нагнетателя природного газа типа. Устройство торцевого уплотнения нагнетателя природного газа типа .
- Назначение, устройство и работа поплавковой камеры в системе уплотнения нагнетателя природного газа.
- Назначение, устройство и работа регулятора перепада давлений “масло-газ” в системе уплотнения нагнетателя природного газа.
- Работа системы уплотнения по поддержанию перепада давлений “масло-газ”.
- Назначение и устройство системы маслоснабжения агрегата ГТК-10-4. Распределение потоков, регулирование давления и температуры масла в системе.
- Маслонасосы (ПМН, ГМН, РМН, МНУ) в системах маслоснабжения и уплотнения агрегата ГТК-10-4.
- Валоповоротное устройство ГТУ ГТК-10-4. Устройство и работа. Исходное состояние, включение и отключение ВПУ.
- Турбодетандер и краны на пусковом газе ГТУ ГТК-10-4. Устройство и работа. Исходное состояние, включение и отключение ТД.
- Управление пусковым маслонасосом ГТУ ГТК-10-4. Условия включения и отключения ПМНС при пуске, остановке и работе ГПА.
- Управление резервным маслонасосом ГТУ ГТК-10-4. Условия включения и отключения РМНС при работе и остановки ГПА.
- Управление маслонасосами уплотнения ГТУ ГТК-10-4. Условия включения и отключения МНУ при пуске, остановке и работе ГПА.
- Зажигание и краны на топливном газе ГТУ ГТК-10-4. Исходное состояние топливной системы ГТУ. Путь прохождения газа на горелки камеры сгорания. Операции зажигания факела в камере сгорания.
- Управление двигателем регулятора скорости системы регулирования топливоподачи. Исходное состояние и условия включения ДРС для открытия топливных клапанов. Работа ДРС при нормальном и аварийном останове ГТУ ГТК-10-4.
- Нормальная остановка ГПА ГТК-10-4.
- Аварийная остановка ГПА ГТК-10-4.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Методы активного обучения	+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+											
P2	Методы активного обучения	+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+											
P3	Методы активного обучения	+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+											
P4	Методы активного обучения	+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+											
P5	Методы активного обучения	+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые	+											

	работы, исследовательский метод и т.п.)													
P6	Методы активного обучения	+												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+		+										
	Командная работа			+										
P7	Методы активного обучения	+												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+		+										
	Командная работа			+										
P8	Методы активного обучения													
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+	+											
	Командная работа		+											
P9	Методы активного обучения													
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+	+					+						
	Командная работа		+											
P10	Методы активного обучения													
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+	+											
	Командная работа		+											
P11	Методы активного обу-													

	чения												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+											

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,4		
Текущая аттестация на лекциях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачёт		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий</i>	VII, 1-17	55
<i>Выполнение расчетной работы</i>	VII, 1-17	45
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.=1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. =0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. =0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лабораторных занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в лабораторных работах №1-9</i>	VII, 1-17	60
<i>Выполнение отчетов по лабораторным работам</i>	VII, 1-17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб.=1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром.лаб. =0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

не предусмотрена

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 7	1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

7.1.1. Основная литература

1. Регулирование и автоматизация паровых турбин и газотурбинных установок: учебное пособие / В.А. Леснов, В.Б. Новосёлов, В.М. Марковский, В.М. Гладченко; под общей ред. В.Б. Новосёлова. Изд. 2-е, стереотип. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 345 с. (хранится на кафедре 25 экз.)
2. Баринберг Г.Д. Паровые турбины и турбоустановки Уральского турбинного завода. (2-изд., переработанное и дополненное)/ Г.Д. Баринберг, Ю.М. Бродов, А.А. Гольдберг, Л.С. Иоффе, В.В. Кортенко, В.Б. Новосёлов, Ю.А. Сахнин// Екатеринбург: ООО «Типография Циркон», г. Реж Свердловской области, 2010. 488 с. (хранится на кафедре 25 экз.)

7.1.2. Дополнительная литература

1. Веллер В.Н. Регулирование и защита паровых турбин/ В.Н. Веллер. – М.: «Энергоатомиздат», 1985. 103 с. (32 экз. на 50 чел.).
2. Бененсон Е.И., Иоффе Л.С. Теплофикационные паровые турбины/ Е.И. Бененсон, Л.С. Иоффе; Под ред. Д.П. Бузина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Энергоатомиздат», 1986. 270 с. (21 экз. на 50 чел.)
3. Кириллов И.И. Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Энергоатомиздат», 1986. – 270 с. (21 экз. на 50 чел.).

7.1.3. Методические разработки

«не используются»

7.2. Программное обеспечение

«не используется»

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

7.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплекс контрольных вопросов к аттестации.

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Компьютерные классы Т-709, Т-712 с мультимедийным оборудованием, полномасштабный тренажёр по управлению компрессорной станции с ГПА типа ГТК-10-4 «Диалог-1», ауд. Т-003.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ	3
Цели дисциплины.....	3
Требования к результатам освоения дисциплины	3
Место дисциплины в структуре модуля	4
Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах	4
Трудоемкость освоения дисциплины	4
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
Лабораторный практикум.....	9
Практические занятия.....	10
Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля	10
Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	10
СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	12
ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	14
Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	14
Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	14
Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	14
Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)	15
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
Рекомендуемая литература.....	15
Программное обеспечение	15
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	15
Электронные образовательные ресурсы	15
Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	15
УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	16
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
ОГЛАВЛЕНИЕ	17

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.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ГАЗОКОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ**

Рекомендована 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 газоко- мпрессорных стан- ций	5376	Б1.28
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и ав- томатика	5394	Б1.28

**МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УРАЛЭНИН**

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Артемова Татьяна Георгиевна	-	Ст. преподаватель	Турбины и двигатели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

1.1.1. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- способность и готовность к обслуживанию технологического оборудования (ПК-7);
- способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности (ПК12).

Для направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);
- готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-12);
- способность участвовать в пуско-наладочных работах (ПК-13).
- способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования (ПК-15).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен **знать:**

- типовые конструкции и основы эксплуатации технологического оборудования компрессорных станций, компоновки компрессорных цехов;
- технологические схемы компрессорных цехов и алгоритмы управления ГПА и вспомогательного оборудования КЦ;
- основные тенденции и перспективы в развитии газовой промышленности;
- системы автоматизации ГПА и ГКС.

уметь:

- принимать правильные решения при отклонении работы оборудования ГКС от нормальных режимов, предпринимать действия по предупреждению или устранению неисправностей;
- разбираться в различных технологических схемах КЦ, устройстве и работе основных и вспомогательных систем ГКС;
- применять современные достижения науки и передовых технологий на производстве;
- управлять технологическими процессами КЦ и КС, используя современные системы автоматики;
- выдвигать предложения по совершенствованию технологических операций и внедрению новых видов прогрессивной техники.

владеть:

- практическими навыками понимания различных технологических схем КЦ и ГКС;
- методами повышения эффективности и надежности технологических схем, и работы основного и вспомогательного оборудования ГКС;
- опытом применения современных достижений науки и передовых технологий на производстве.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Газокомпрессорные станции» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов седьмого семестра.

Изучение данной дисциплины опирается на знание студентами общепрофессиональных и ряда специальных дисциплин, например, «Газотурбинные установки», «Информатика для специалистов Газпрома», «Энергетические машины и установки», «Управление техническими системами» «Компрессоры ГТУ».

Полученные знания и умения используются при изучении специальных дисциплин профессионального цикла «Конвертированные ГТД», «Теплообменники энергоустановок», а также для практической работы бакалавра во время Производственной практики и подготовки выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер		
		7		
Аудиторные занятия, час.	51	51		
Лекции, час.	34	34		

Практические занятия, час.	-	-		
Лабораторные работы, час.	17	17		
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57		
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э		
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108		
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3		

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Единая система газоснабжения (ЕСГ) России	Единая система газоснабжения (ЕСГ) России. Назначение основных объектов магистрального газопровода (МГ) и их устройство
Р2	Линейная часть магистрального газопровода (МГ)	Состав, технологические операции на линейной части. Продувка и очистка полости газопровода. Арматура на МГ.
Р3	Подготовка газа к транспорту	Физико-химический состав газа. Требования к составу и качеству транспортируемого газа. Очистка газа от мехпримесей в сепараторах. Виды сепараторов. Очистка и осушка газа с помощью веществ-поглотителей.
Р4	Газокомпрессорная станция – объект магистрального газопровода (МГ)	Назначение и состав промежуточной (линейной) КС. Компрессорный цех (КЦ). Технологические процессы в КЦ, состав КЦ. Компоновка КЦ и размещение оборудования на территории КС и КЦ. Компоновка газоперекачивающих агрегатов (ГПА) в КЦ. Типы зданий и укрытий ГПА. Тенденции развития перспективных газокомпрессорных станций.
Р5	Основное и вспомогательное оборудование компрессорной станции (КС)	Система технологического газа. Назначение, основные узлы, их работа. Система очистки технологического газа КЦ. Система охлаждения технологического газа КЦ. Система маслоснабжения КЦ. Назначение, состав. Регенерация масла. Системы пускового, топливного, импульсного газа. Назначение, схемы обвязки, оборудование систем. Схема блока подготовки топливного и пускового газа (БПТПГ). Системы автоматического управления ГПА и КЦ. Назначение. Типы. Современные системы цеховой и общестанционной автоматики.
Р6	Технологические схемы компрессорной станции (КС)	ГПА с неполно- и полнонапорными нагнетателями. Схемы крановых обвязок ГПА. Работа схем. Обвязка КС с полнонапорными нагнетателями. Особенности технологических схем и их работа. КС с различными типами ГПА. Схемы КС с различными приводами ГПА. Особенности, сравнительные данные по выбору привода для центробежного нагнетателя (ЦБН). Преимущества и недостатки электропривода и газотур-

		бинного привода для ЦБН. Особенности КС с газомото-компрессорами (ГМК).
--	--	-------------------------------------------------------------------------

** Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем*

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам

Таблица 3.1

Объем модуля (зач.ед.):56
Объем дисциплины (зач.ед.):3

Семестр 7

Раздел дисциплины			Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																										
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)							
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет при отсутствии экзамена	Экзамен	Интегрированная оценка результатов освоения дисциплин модуля	ованный экзамен по модулю	Выполнение и защита проекта по модулю
P2	Линейная часть магистрального газопровода	3	2	2			1	1	1																						
P3	Подготовка газа к транспорту	5	4	4			1	1	1																						
P4	Газокомпрессорная станция – объект магистрального газопровода	23,5	1	1			11	2	2				9	1																	
P5	Основное и вспомогательное оборудование компрессорной станции	25,5	2	1		9	4	4	2																						
P6	Технологические схемы компрессорной станции	10	8			8	2	2																							
Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:		72	5	3	1	21	12	8	4	9	9																				
Всего по дисциплине (час.):		108																													

36

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без подготовки к аттестационным мероприятиям»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Номер п/п	Раздел, тема дисциплины	Тема занятия	Объем учебного времени, час.
1	P5	Управление кранами нагнетателя (решение учебно-тренировочных задач (УТЗ) на полномасштабном тренажере)	4
2	P5	Управление газоперекачивающим агрегатом в компрессорном цехе (решение УТЗ на полномасштабном тренажере)	5
3	P6	Технологическая система компрессорного цеха с неполнонапорными ГПА (решение УТЗ на базе автоматизированных обучающих систем (АОС))	4
4	P6	Технологическая система компрессорного цеха с полнонапорными ГПА (решение УТЗ на базе автоматизированной обучающей системы (АОС))	4

Всего: 17

4.2. Практические занятия

«не предусмотрено»

4.3. Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

1. Компоновка газоперекачивающих агрегатов (ГПА) в КЦ. Типы зданий и укрытий ГПА.
2. Тенденции развития перспективных газоконпрессорных станций.
3. Современные системы управления ГКС и КЦ.
4. Продувка и очистка полости магистрального газопровода.
5. Состав и работа вспомогательных систем КЦ.
6. Перспективные проекты МГ в Газпроме.

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

«не предусмотрено»

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

«не предусмотрено»

6.3.1. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

«не предусмотрено»

6.3.2. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

«не предусмотрено»

6.3.3. *Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)*

«не предусмотрено»

6.3.4. *Примерный перечень тем контрольных работ*

«не предусмотрено»

6.3.5. *Примерная тематика коллоквиумов*

«не предусмотрено»

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

1. Линейная компрессорная станция. Назначение. Основные и вспомогательные системы и службы ЛКС. Компоновка КС и КЦ.
2. Технологические процессы в компрессорном цехе. Устройства и сооружения КЦ. Виды зданий и укрытий ГПА.
3. Назначение и состав системы технологического газа КЦ. Назначение кранов и аппаратов системы технологического газа КЦ.
4. Неполнонапорные ГПА. Степень сжатия, понятие о группе. Примеры типов ГПА с неполнонапорными нагнетателями. Крановая обвязка ГПА с неполнонапорными нагнетателями.
5. Полнонапорные ГПА. Степень сжатия. Примеры типов ГПА с полнонапорными нагнетателями. Крановая обвязка ГПА с полнонапорными нагнетателями.
6. Блок очистки технологического газа КЦ. Назначение. Состав. Виды аппаратов для очистки технологического газа. Их преимущества и недостатки. Технологическая схема блока очистки.
7. Блок охлаждения технологического газа КЦ. Назначение. Состав. Принципиальная конструкция АВОгаза. Технологическая схема блока охлаждения.
8. Понятие о помпаже. Условия возникновения помпажного режима, признаки помпажа. Противопомпажная защита ГПА.
9. Перспективы и направления развития газовой промышленности.
10. Назначение Единой системы газоснабжения, её элементы и управление ЕСГ России.
11. Головные сооружения магистрального газопровода (система обустройства месторождения, ДКС, УКПГ, ГКС), их устройство.
12. Назначение газораспределительной станции, состав основного оборудования. Типы ГРС.
13. Линейная часть магистрального газопровода. Состав, технологические операции на МГ. Способы продувки и очистки полости газопровода на линейной части. Виды очистных устройств. Виды запорной арматуры, используемой на магистральном газопроводе и коммуникациях компрессорных станций.
14. Понятие о кондиционности транспортируемого газа. Требования к составу и качеству газа.
15. Система маслоснабжения компрессорного цеха, способы регенерации масла.
16. Назначение системы пускового, топливного и импульсного газа компрессорного цеха. Состав оборудования систем.
17. Назначение и функции систем автоматического управления КЦ и КС. Типы современных САУ КЦ.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы										
		Лекция	Лабораторная работа	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Методы активного обучения	+										
	Командная работа											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)											
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение											
	Использование презентаций	+										
P2	Методы активного обучения											
	Командная работа											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)											
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение											
P3	Методы активного обучения	+										
	Командная работа											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)											
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение											
	Использование презентаций	+										
P4	Методы активного обучения	+										
	Командная работа											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)							+				
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение											
	Использование презентаций	+										
P5	Методы активного обучения	+	+									

	Командная работа		+									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)											
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение											
	Виртуальные практикумы и тренажеры		+									
	Использование презентаций	+										
Р6	Методы активного обучения		+									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		+									
	Командная работа		+									
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение											
	Виртуальные практикумы и тренажеры		+									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (9)	VII, 1-9	35
Домашняя работа, Р4	VII, 1-9	15
Мини-контрольные работы по темам лекций	VII, 2, 4, 6, 8	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6.		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям - 0,4.		
2. Практические занятия: не предусмотрены		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лабораторных занятий (17)	VII, 10-17	34
Выполнение учебно-тренировочных задач по темам лабораторных занятий	VII, 10-17 Весь семестр	66
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 7</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Правила эксплуатации магистральных газопроводов, СТО Газпром 2-3.5-454-2010. ОАО «Газпром», М., 2010. – 174 с. Режим доступа:
<http://files.stroyinf.ru/Data1/53/53416/index.htm>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Волков М.М. и др., «Справочник работника газовой промышленности», – М.: Недра, 1989. – 286 с. Режим доступа:
<https://www.proektant.org/arh/942.html>
2. Ревзин Б.С. «Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты», – М.: Недра, 1986. – 215 с. (39 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Артемова Т.Г. «Эксплуатация компрессорных станций МГ», Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2000.
2. Артемова Т.Г., Шарипова Е.А. «Единая система газоснабжения России. Магистральные газопроводы стран СНГ и Европы». Учебное пособие, Екатеринбург: ООО «ЛАБС»; 60 с., электронное издание на CD-R. 2006.

7.2. Программное обеспечение

1. Автоматизированная обучающая система «Эксплуатация КС с ГПА типа ГТН-6 (А)».
2. Автоматизированная обучающая система «Эксплуатация КС с ГПА типа Дон-2».
3. Автоматизированная обучающая система «Эксплуатация КС с ГПА типа ГПА-Ц-16».

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.gazprom.ru/> – Официальный интернет-сайт ОАО «Газпром».
2. <http://lib.urfu.ru/> – Зональная научная библиотека.

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Артемова Т.Г., Волкова А.А., Комаров О.В., Недошивина Т.А., Новиков В.А., Скороходов А.В., Федорченко М.Ю. Учебно-методический комплекс (ИОП) «Эксплуатация компрессорных станций с газотурбинным приводом». Электронное издание. 2008. Режим доступа: Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ – <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/8483>

2. Комплект презентаций, разработанных в программе PowerPoint по темам дисциплины для мультимедийного проектора. Режим доступа: УрФУ, ауд. Т-712, ПК №2, D:\USERS02\ГКС МГ\

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

1. Контрольные вопросы АОС «Эксплуатация КС с ГПА типа ГТН-6 (А)».
2. Контрольные вопросы АОС «Эксплуатация КС с ГПА типа Дон-2».
3. Контрольные вопросы АОС «Эксплуатация КС с ГПА типа ГПА-Ц-16».

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

1. Специализированная аудитория Т-703 с видеопроекционным комплексом на базе интерактивного проектора и ноутбука.
2. Компьютерные классы, аудитории Т-003, Т-709, Т-712.
3. Учебно-тренажерный комплекс «Диалог-1» по управлению газокompрессорным цехом с агрегатами ГТК-10-4, ауд. Т

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ	3
Цели дисциплины.....	3
Требования к результатам освоения дисциплины	3
Место дисциплины в структуре модуля	4
Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах	4
Трудоемкость освоения дисциплины	4
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
Лабораторный практикум.....	8
Практические занятия.....	8
Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля	8
Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	10
ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	11
Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	Ошибка! Закладка не определена.
Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	11
Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	11
Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)	12
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
Рекомендуемая литература.....	12
Программное обеспечение	12
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12
Электронные образовательные ресурсы	12
Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	13
УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	13
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ДЕТАЛИ МАШИН

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 газоко- мпрессорных стан- ций	5376	Б1.36.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и ав- томатика	5394	Б1.36.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Недошивина Т.А.	канд.техн.наук, доцент	Доцент	Турбины и двига- тели	

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Турбины и двигатели [читающая, выпускаю- щая кафедра]			Ю.М. Бродов	
3	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [Выпус- кающая кафедра]			Костылев А.В.	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ДЕТАЛИ МАШИН

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- способность к конструкторской деятельности (ПК-1);
- 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);

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- 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).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные принципы конструирования двигателей и их узлов
- средства современной компьютерной графики
- основы и правила выполнения и оформления графической и текстовой конструкторской документации
- основы теории надежности, устройство, принцип действия, области применения простейших механических машин и механизмов
- методы расчета и принципы конструирования основного и вспомогательного оборудования турбоустановок
- типовые конструкции оборудования энергоустановок и методику их расчета

уметь:

- представить графические и текстовые конструкторские документы в соответствии с требованиями стандартов;
- составлять технические задания на проектирование и разрабатывать комплексные проекты;
- проводить различные расчеты элементов конструкций с применением справочной литературы;
- принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбомашин;
- анализировать физические процессы и принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбоустановок.

владеть:

- навыками проведения расчетов энергетических машин и установок, а также их отдельных частей.
- опытом подготовки и составления конструкторской документации, используя ЕСКД методами повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем энергоустановок при их проектировании
- методикой прочностного расчета основных элементов энергетического оборудования.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Детали машин» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 216 уч. часов пятого и шестого семестров.

Изучение данной дисциплины опирается на знание студентами общепрофессиональных и ряда специальных дисциплин, например, «Инженерная графика», «Механика материалов и конструкций», «Теоретическая механика».

Полученные знания и умения используются для практической работы бакалавра во время производственной практики и подготовки выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Все-го часов	Учебные семестры, номер	
		5	6
Аудиторные занятия	102	34	68
Лекции	51	17	34
Практические занятия	34	17	17
Лабораторные работы	17	-	17
Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	114	38	76
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		3	Э (К.Р.)
Общий объем по учебному плану, час.	216	72	144
Общий объем по учебному плану, з.е.	6	2	4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Составные части проектирования. Принципы и методика конструирования.	<p>Определение машины, механизма, детали, сборочной единицы. Составные части машин. Основные принципы конструирования машин. Составные части и этапы проектирования, алгоритмы проектирования.</p> <p>Основные критерии работоспособности деталей машин (прочность, износостойкость, жесткость, теплостойкость, виброустойчивость).</p> <p>Новые подходы при проектировании. Применение САПР в энергомашиностроении. Экономические основы конструирования машин. Обеспечение долговечности, надежности, экономических показателей. Значение унификации. Общие правила конструирования. Изучение области применения машины. Выбор типа конструкции и конструктивная преимущество. Параметрическая оптимизация. Обеспечение высокой ремонтпригодности. Выполнение требований эргономики и технической эстетики.</p>
Р2	Конструирование литых, сварно-литых и механически обрабатываемых деталей.	<p>Выбор толщины стенок отливки. Учет способа формовки. Стержни. Формовочные уклоны. Правила конструирования отливок. Сварно-литые конструкции. Опорные рамы и плиты. Рамы-маслобаки.</p> <p>Рекомендации по проектированию корпусов. Обеспечение герметичности разъемов, крышек и люков.</p> <p>Составные конструкции. Обеспечение технологичности механической обработки. Ковка и штамповка. Способы центрирования. Сокращение объема механической обработки за счет выбора рациональной заготовки. Измерительные базы. Центровые отверстия.</p>
Р3	Основы теории машин и механизмов	Структурный и кинематический анализ плоских механизмов: кинематические пары, классификация; кинематическая цепь, степени свободы; классификации механизмов; определение положений механизма; планы скоростей и ускорений.
Р4	Проектирование зубчатых и червячных передач	<p>Виды зубчатых передач. Геометрические характеристики и кинематика зубчатых передач. Контактные напряжения и контактная прочность. Расчетная нагрузка. Расчет цилиндрических передач на прочность и работоспособность. Выбор модуля и числа зубьев. Корректирование зубчатых колес. Особенности расчета косозубых и шевронных цилиндрических передач. Конические зубчатые передачи. Особенности проектирования и расчета. Стандартизация в зубчатых передачах. Материалы, термообработка, допускаемые напряжения в зубчатых передачах. Многоступенчатые редукторы. Смазка. КПД редуктора.</p> <p>Червячные передачи. Геометрический, кинематический и силовой расчет. Критерий работоспособности. Расчеты по напряжениям изгиба и контактным напряжениям. Материалы</p>

		и допускаемые напряжения. КПД, охлаждение и смазка.
P5	Конструирование других видов передач движения и механизмов. Пружины	Ременные передачи. Основы расчета. Скольжение в передаче. Плоскоременная и клиноременная передача. Стандартизация в ременных передачах. Фрикционные передачи и вариаторы. Скольжение. Потери и КПД. Пружины. Витые цилиндрические пружины растяжения и сжатия. Расчет пружин. Материалы и допускаемые напряжения.
P6	Конструирование соединений деталей и узлов машин	Резьбовые соединения. Основные типы резьбы и выбор профиля резьбы. Основные типы крепежных деталей. Способы стопорения резьбовых изделий. Основные виды расчетов болтов на статическую и динамическую прочность. Расчет соединений, включающих группу болтов. Прочность крепежных изделий при высоких температурах. Материалы резьбовых изделий и допускаемые напряжения. Стандартизация крепежных изделий. Заклепочные соединения. Вальцовочные соединения. Сварные соединения. Виды сварных соединений. Правила конструирования сварных соединений. Способы сварки, применяемые в турбиностроении (в инертной среде, электронно-лучевая, термодиффузионная и др.). Расчеты на прочность сварных соединений, допускаемые напряжения.
P7	Способы передачи крутящих моментов. Муфты	Передача крутящих моментов с помощью шпоночных соединений. Призматические, сегментные, цилиндрические, клиновые шпонки. Расчет шпоночных соединений. Передача крутящих моментов с помощью прямобочных и эвольвентных шлицев, торцевых шлицев, призонных болтов, штифтов и втулок. Стандартизация шпоночных и шлицевых соединений. Алгоритм конструирования. Передача крутящих моментов через фланцевые соединения. Выполнение и прочность прессовых соединений. Примеры применения в энергомашинах. Клеммные соединения, их расчет. Алгоритм расчета и конструирования фланцевых и прессовых соединений. Классификация общемашиностроительных муфт. Муфты жесткие: кулачково-дисковые, зубчатые. Конструкция и расчет упругих муфт. Управляемые (расцепные) муфты: кулачковые, зубчатые, фрикционные (дисковые конические). Муфты свободного хода, предохранительные центробежные. Расчет муфт. Диафрагменные (полулинзовые) муфты. Стандартизация муфт. Примеры применения муфт в энергомашиностроении.
P8	Конструирование валов опорных узлов	Расчет валов и осей: классификация валов и осей, определение действующих усилий, расчет на прочность, жесткость, выносливость. Подшипники скольжения при малых окружных скоростях. Конструкция и материалы. Смазка. Подшипники качения: классификация, условия работы, критерии работоспособности. Выбор подшипников качения. Стандартизация подшипников. Смазочные материалы и устройства. Уплотнительные устройства подвижных деталей: сальниковые, манжетные, торце-

		вые, кольцевые, целевые, лабиринтовые, резьбовые, гидродинамические. Уплотнение стыка неподвижных деталей, имеющих небольшие взаимные деформации.
P9	Проектирование трубопроводов. Арматура.	Условные проходы. Условные давления. Соединения трубопроводов. Типы прокладок. Стандарты и нормы. Трубопроводная арматура, её классификация. Конструкция запорной, регулирующей и предохранительной арматуры для пара, воды и масла в зависимости от параметров среды. Расчет запорной арматуры.
P10	Основы взаимозаменяемости и стандартизация	Функциональная взаимозаменяемость. Внешняя и внутренняя, полная и ограниченная взаимозаменяемость. Эксплуатационная взаимозаменяемость. Взаимозаменяемость по геометрическим параметрам. Классификация размеров деталей по назначению. Номинальный и действительный размеры. Предельные отклонения. Системы допусков и посадок. Принципы выбора допусков, посадок и квалитетов точности. Стандартизация и нормализация в машиностроении. Государственные, международные стандарты. Отклонения и допуски формы плоских и цилиндрических поверхностей деталей. Отклонения и допуски расположения поверхностей. Шероховатость поверхностей.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

6 семестр

Объем модуля (зач.ед.):56
Объем дисциплины (зач.ед.):4

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																			
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)			Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)															
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет при отсутствии экзамена	Экзамен	Интегрированная оценка результатов освоения дисциплин модуля	Интегрированный экзамен по модулю	Выполнение и защита проекта по модулю								
P6	Конструирование других видов передач движения и механизмов. Пружины	13,5	11	4	2	5	2,5	2,5	1	0,5	1																												
P7	Конструирование соединений деталей и узлов машин	27	21	10	5	6	6	6	3	2	1																												
P8	Проектирование трубопроводов. Арматура	24,4	2	2			22,4	0,4	0,4						1																								
P9	Конструирование валов и опорных узлов	20,1	16	8	2	6	4,1	4,1	2,6	0,5	1																												
P10	Способы передачи крутящих моментов. Муфты	23	18	10	8		5	5	3	2																													
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	108	68	34	17	17	40	18	10	5	3			22																									
	Всего по дисциплине (час.):	144																																					

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P6	1	Определение основных параметров зубчатых колес с помощью инструментов	5
P7	2	Изучение сортамента крепежных изделий. Измерение элементов резьбы.	6
P9	3	Изучение конструкции подшипников качения и типовых подшипниковых узлов	6
Всего:			17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Основные критерии работоспособности деталей машин .	2
P2	2	Конструирование литых деталей.	2
P3	3	Расчет движения механизмов	4
P4	4	Расчет зубчатых и червячных передач	4
P5	5	Системы допусков и посадок	5
P6	1	Фрикционные передачи и вариаторы. Ременные передачи	2
P7	2	Резьбовые соединения. Сварные соединения	5
P9	3	Конструирование валов	2
P10	4	Прессовые соединения	3
P10	5	Шпоночные, штифтовые, шлицевые и клеммные соединения	3
P10	6	Муфты	2
Всего:			34

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Проектирование механической передачи

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Расчет и конструирование запорной арматуры с приводной головкой

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Составные части машин.
2. Критерии работоспособности - прочность и жесткость
3. Критерии работоспособности – износостойкость
4. Критерии работоспособности – теплостойкость, виброустойчивость.
5. Литые детали. Учет факторов конструирования литых деталей.
6. Виды механической обработки.
7. Конструирование механически обрабатываемых деталей.
8. Структурный анализ плоских механизмов.
9. Кинематический анализ механизмов.
10. Функции механических передач.
11. Основные параметры передачи.
12. Геометрические характеристики зубчатой передачи.
13. Напряжения в зубчатой передаче.
14. Многоступенчатые редукторы: КПД, передаточное отношение, смазка.
15. Материалы и напряжения червячных передач.
16. Геометрические характеристики червячной передачи.
17. Ременная передача, геометрические параметры.
18. Клиноременные передачи.
19. Резьбовые соединения.
20. Геометрические параметры резьбы.
21. Расчет резьбы на прочность.
22. Расчет болтов на затяжку.
23. Расчет группы болтов.
24. Стопорение резьбовых соединений.
25. Заклепочные соединения.
26. Вальцовочные соединения.
27. Сварные соединения.
28. Расчет на прочность сварных швов.
29. Ненапряженные шпоночные соединения, расчет.
30. Шлицевые соединения: виды, расчет.
31. Расчет фланцевых соединений.
32. Прессовые соединения: виды натяга.
33. Клеммные соединения.

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Муфты. Классификация. Расчеты.
2. Виды зубчатых передач. Геометрические характеристики и кинематика зубчатых передач. Распределение нагрузки по рабочей поверхности зуба. Скольжение и трение в зацеплении. Контактные напряжения и контактная прочность. Расчетная нагрузка.
3. Расчет цилиндрических передач на прочность и работоспособность. Выбор модуля и числа зубьев. Корригирование зубчатых колес. Особенности расчета косозубых цилиндрических передач. Стандартизация в зубчатых передачах. Материалы, термообработка, допускаемые напряжения в зубчатых передачах.

4. Многоступенчатые редукторы. Смазка. КПД редуктора.
5. Червячные передачи. Их геометрический, кинематический и силовой расчет. Расчеты по напряжениям изгиба и контактным напряжениям. Тепловой расчет червячной передачи. Материалы и допускаемые напряжения. КПД передачи, охлаждение и смазка.
6. Ременные передачи. Основы расчета. Скольжение в передаче. Плоскоременная передача. Клиноременная передача. Стандартизация в ременных передачах.
7. Фрикционные передачи и вариаторы. Скольжение. Потери и КПД.
8. Пружины. Витые цилиндрические пружины растяжения и сжатия. Расчет пружин. Материалы и допускаемые напряжения.
9. Расчет валов и осей: классификация валов и осей, определение действующих усилий, расчет на прочность, жесткость, выносливость.
10. Подшипники скольжения. Конструкция и материалы. Смазка. Виды трения. Расчет подшипников скольжения.
11. Подшипники качения: классификация, условия работы, критерии работоспособности. Выбор подшипников качения. Стандартизация подшипников.
12. Смазочные материалы и устройства. Свойства масел. Выбор смазочного материала. Расчет объемов.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности												
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум	
P1-P10	Технологии активного обучения	+		+										
	Командная работа			+										
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			+					+	+				
	Использование презентаций	+									+			
	Технологии активного обучения	+		+										
	Командная работа		+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)													
	Технологии активного обучения	+												
	Командная работа		+											
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поиско-		+											

вые работы, исследовательский метод и т.п.)													
Использование презентаций		+											

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

5 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (50)	V,1-17	50
Участие в работе лекций (50)	V,1-17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – V - зачет, Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий (8)	V,1-17	9
Выполнение практических заданий на занятии (32)	V,1-17	36
Выполнение расчетно-графической работы (60)	V,1-17	55
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрены		

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (34)	VI, 1-17	34
Тест по материалам лекций (3*22)	VI,6-17	66
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – VI - экзамен. Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий (30)	VI, 1-17	34
Выполнение практических заданий на занятии	VI, 1-17	66
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных работах (50)	VI, 1-17	50
Выполнение отчетов по лабораторным работам (50)	VI, 17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

6 семестр

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Поиск и анализ источников	VI, 2-3	10
Проведение расчетных работ	VI, 6-8	50
Проведение графических работ	VI, 10-14	40
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,5		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,5		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
Семестр V	0,4
Семестр VI	0,6

Коэффициент по двум семестрам равен 1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Детали машин : учеб. для вузов / М. Н. Иванов .— 5-е изд., перераб .— Москва : Высшая школа, 1991 .— 383 с. (113 экз.).
2. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. направлениям подгот. и специальностям / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов.— 9-е изд., перераб. и доп. — Москва : Академия, 2006 .— 496 с. (62 экз.).
3. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой .— 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 2001 .— 920 с. (38 экз.).
4. Плотников П.Н., Недошивина Т.А. Детали машин. Расчет и конструирование: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 230 с. (хранится на кафедре 50 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Иосилевич Г. Б. Детали машин. Учебник для студ. машиностр. спец. вузов. М.: Машиностроение, 1988. 368 с. (230 экз.).
2. Основы конструирования : справ.-метод. пособие : в 2 кн. Кн. 1 / П. И. Орлов; под ред. П.Н. Учаева .— 3-е изд., испр. — Москва : Машиностроение, 1988 .— 559с. (43 экз.).
3. 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 .— 544с. (35 экз.).

4. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М.: Машиностроение, 1986. 352 с. (628 экз.).

5. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. Л.: Машиностроение, 1983. 416 с. (238 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Плотников П.Н., Недошивина Т.А. «Расчет и проектирование двухступенчатого зубчатого редуктора», учебно-методическое пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009.

7.2. Программное обеспечение

1. Корпоративные версии продуктов Microsoft: MS Office Professional Plus 2016.
2. Autodesk AutoCAD 2018 (Версия для учебных заведений).
3. Autodesk Inventor 2018 (Версия для учебных заведений).
4. SolidWorks 2017 SP3.

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

7.4. Электронные образовательные ресурсы

Курс лекций по деталям машин: <http://www.detalmach.ru/>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ДЕТАЛИ МАШИН	3
1.1.	Цели дисциплины	3
	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	Ошибка! Закладка не определена.
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3.	Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4.	Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5.	Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2.	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	7
3.1.	Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	7
4.	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
4.1.	Лабораторные работы	10
4.2.	Практические занятия	10
4.3.	Примерная тематика самостоятельной работы	10
4.3.1.	<i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>10</i>
4.3.2.	<i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>10</i>
4.3.3.	<i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>10</i>
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов) ...</i>	<i>10</i>
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>10</i>
4.3.6.	<i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>11</i>
	<i>Расчет и конструирование запорной арматуры с приводной головкой.....</i>	<i>11</i>
4.3.7.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>11</i>
4.3.8.	<i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>11</i>
4.4.	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	11
5.	СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	12
6.	ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	13
6.1.	Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	13
6.2.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	13
6.3.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	14
6.4.	Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	14
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
7.1.	Рекомендуемая литература.....	14

7.1.1. Основная литература	14
7.1.2. Дополнительная литература.....	14
7.1.3. Методические разработки	15
7.2. Программное обеспечение	15
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	15
7.4. Электронные образовательные ресурсы	15
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	15
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	15
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
ОГЛАВЛЕНИЕ	17

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 «Турбины и двигатели»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

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 газокompрессорных станций	5376	Б1.48.1
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.48.1

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Комаров Олег Вячеславович	кандидат технических наук, доцент	доцент	Турбины и двигатели	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр:

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно- методического совета
Уральского энергетического института
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

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

- способность к конструкторской деятельности (ПК-1);
- способность применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем (ПК-2);

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- методы расчета и принципы конструирования основного и вспомогательного оборудования турбоустановок;
- типовые конструкции оборудования энергоустановок и методику их расчета;
- основы и правила выполнения и оформления графической и текстовой конструкторской документации.

уметь:

- пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию энергетических машин.

владеть:

- методами повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем энергоустановок при их проектировании;
- опытом расчетов и конструирования деталей и турбоустановок с использованием САПР.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Принципы расчета и проектирования газовых турбин» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 180 уч. часов седьмого семестра.

Дисциплина «Принципы расчета и проектирования газовых турбин» базируется на результатах изучения дисциплин «Теория турбомашин», «Динамика и прочность турбомашин»,

часть 1, часть 2», «Газотурбинные установки», «Механика жидкости и газа», «Компрессоры», «Энергетические машины и установки».

Результаты обучения данной дисциплины могут быть использованы в дисциплинах: «Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты», «Автоматическое регулирование газотурбинных установок».

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		7
Аудиторные занятия, час.	68	68
Лекции, час.	34	34
Практические занятия, час.	34	34
Лабораторные работы, час	-	-
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	112	112
Вид промежуточного контроля (Э, З)	-	Э (К.П.)
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	180	180
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	5	5

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение.	Постановка задач и цель курса. Описание учебно - методического оснащения дисциплины.
P2	Проектирование и характеристики газовых турбин.	2.1. Газовая турбина - важная часть ГТУ. Значение внутреннего КПД для турбины ГТУ. Особенности ступеней, характерные для газовых турбин. Выбор осевой скорости углов выхода из сопловых аппаратов и степеней реактивности ступеней. Оптимальное соотношение коэффициентов нагрузки и расходов. Особенности потерь энергии и способы снижения потерь в ступенях газовых турбин. Угол выхода потока из межлопаточного канала. Дополнительные потери в проточной части от охлаждения. Понятие о метаемой площади. Связь высоты рабочей лопатки допустимыми напряжениями и частотой вращения. 2.2. Газодинамический расчет ступени и турбины. Оптимизация

		<p>зации ступени с использованием ЭВМ и экспериментальных данных. Пространственное профилирование ступеней.</p> <p>2.3.Изменение КПД и степеней реактивности ступени на переменном режиме. Процесс в турбинной ступени при совместной работе диффузорным выходным патрубком. Многоступенчатые, газовые турбины.</p> <p>2.4.Особенности расчетов и проектирование радиально - осевых ступеней газовых турбин. Особенности проектирования газовых турбин на природном, доменном и других газах.</p> <p>2.5. Расходные характеристики турбин. Влияние изменения частоты вращения на расход крутящий момент и КПД турбины. Характеристики турбины с регулируемым сопловым аппаратом. Разделение многоступенчатой турбины на отсеки. Входные, выходные и переходные патрубки.</p>
Р3	Конструкция газовых турбин.	<p>3.1.Связь конструкции турбины с общей компоновкой турбогруппы ГТУ. Конструкции роторов и рабочих лопаток турбин энергетических и приводных ГТУ. Влияние единичной мощности. Комбинирование роторов турбин и компрессоров.</p> <p>3.2.Конструктивные особенности статоров газовых турбин. Выбор температурного уровня деталей, определяющих радиальные зазоры в проточной части. Типы конструкций сопловых аппаратов. Диффузорные патрубки газовых турбин энергетических и приводных ГТУ. Входные и промежуточные патрубки.</p> <p>3.3.Особенности лабиринтовых уплотнений газовых турбин. Осевые усилия и упорные подшипники. Типы корпусов подшипников.</p> <p>3.4.Турбины энергетических ГТУ. Турбины приводных ГТУ из двух и трех отсеков. Особенности конструкции газовых турбин, работающих на доменном, природном и других газах. Обозначения ГТУ различных конструкций.</p>
Р4	Охлаждение газовых турбин.	<p>4.1.Уровень начальной температуры газа и методы его обеспечения. Температурное состояние узлов и деталей газовых турбин на установившихся и переходных режимах. Требования к материалам основных деталей высокотемпературных турбин. Общие требования к системам охлаждения и их классификация.</p> <p>4.2.Сопловые лопатки конвективного и конвективно- пленочного охлаждения. Системы охлаждения статоров турбин. Охлаждаемые рабочие лопатки. Системы охлаждения дисков и роторов.</p> <p>4.3.Термодинамические потери в охлаждаемых турбинах: на подготовку охладителя, на его прокачку, от смещения охладителя с основным потоком, от кондиционирования охладителя. Потери в проточной части охлаждаемых турбин; от неоптимальности профилей, от втулочного отношения, от закона закрутки, от нестационарности обтекания, от выхода охладителя в проточную часть.</p> <p>4.4. Температурные поля охлаждаемых деталей турбин и теплообмен применительно к характерным элементам ро-</p>

		тора и статора. Гидравлическое сопротивление систем охлаждения. Использование ЭВМ при расчетах систем охлаждения турбин. Особенности проектирования охлаждаемых турбин. Испытания и доводка систем охлаждения газовых турбин. Практическое применение различных систем охлаждения.
Р5	Заключение.	Перспективы применения газотурбинных установок в промышленности: для транспорта газа, большой и малой энергетики.
Р6	Особенности теплового и газодинамического расчета газовых турбин.	Газодинамический расчет газовой турбины, определение основных геометрических характеристик проточной части турбины, размеров переходных и выходных патрубков.

*Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач. ед.): 56

Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Семестр обучения: 7

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)	Виды, количество и объемы мероприятий																					
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы		Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)										
		Всего						Лекции	Практ., семинар.занятия	Лабораторные работы	Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы	Домашняя работа*		Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*
P1	Введение.	3	2	2			1	1																
P2	Проектирование и характеристики газовых турбин.	39	23	9	14		16	5	11															
P3	Конструкция газовых турбин.	26	16	8	8		10	4	6															
P4	Охлаждение газовых турбин.	17	11	9	2		6	5	1															
P5	Заключение.	3	2	2			1	1																
P6	Особенности теплового и газодинамического расчета газовых турбин.	56	14	4	10		10	2	8	32									1					
Всего (час):		144	68	34	34		76	18	26										32					

Всего по дисциплине (час.): 180**36**

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
Р2	1,2	Расчет основных кинематических и газодинамических характеристик ступени газовой турбины	4
	3	Предварительный расчет газовой турбины	2
	4,5	Определение мощности и КПД газовой турбины в составе газотурбинной установки.	3
	6	Определение гидравлического сопротивления выхлопного тракта ГТУ	2
	7,8	Расчет газовой турбины на переменных режимах работы	3
Р3	9,10	Определение радиальных и осевых зазоров в проточной части газовой турбины.	4
	11	Расчет основных геометрических характеристик опорного и опорного подшипника скольжения	2
	12	Определены толщины стенки внутреннего корпуса турбины	2
Р4	13	Основы теплового, гидравлического расчета системы охлаждения	2
Р6	14,15	Тепловой расчет ГТУ.	4
	16,17	Моделирование процесса расширения газа в последней ступени турбины совместно с диффузорным патрубком.	4
	18	Математическое моделирование режимов работы регулируемого соплового аппарата газовой турбины.	2

Всего: 34

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

Расчет цикла и проектирование ГТУ:

1. Тепловой расчет ГТУ.
2. Газодинамический расчет газовой турбины.
3. Эскизное проектирование ГТУ по прототипу.

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ
не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов
не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета
не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Газовая турбина – важнейшая часть ГТУ. Значение внутреннего КПД для турбины ГТУ.

2. Номенклатура КПД газовой турбины (ступени): определение, физический смысл, выражение для расчета, достигнутый уровень (значение).

3. Особенности ступеней, характерные для газовых турбин. Основные геометрические характеристики многоступенчатой газовой турбины. Формы проточной части, их достоинства и недостатки.

4. Особенности ступеней, характерные для газовых турбин. Основные газодинамические и термодинамические характеристики осевой турбинной ступени.

5. Процесс расширения в осевой турбинной ступени. Кинематические характеристики ступени.

6. Основные уравнения осевой турбинной ступени. Понятие кинематической и термодинамической степени реактивности.

7. Выбор осевой скорости, углов выхода потока из сопловых аппаратов и степеней реактивности ступеней многоступенчатой газовой турбины.

8. Оптимальное соотношение коэффициентов нагрузки и расхода. Понятие ометаемой площади и её связь с напряжениями и частотой вращения.

9. Потери энергии и способы снижения потерь в ступенях газовых турбин. Классификация потерь энергии в ступени газовой турбины.

10. Потери трения в неохлаждаемой решетке. Влияние геометрических параметров лопаток (профилей) на величину профильных потерь.

11. Кромочные потери в осевой турбинной ступени. Потери от угла атаки.

12. Концевые и вторичные потери в осевой турбинной ступени. Применение обандажных лопаток, конструктивное выполнение бандажных полок.

13. Потери энергии во вращающемся венце газовой турбины.

14. Термодинамические потери в охлаждаемых газовых турбинах: на подготовку охладителя, на его прокачку и от смешения охладителя с основным потоком.

15. Термодинамические потери в охлаждаемых газовых турбинах: на прокачку охладителя, на его кондиционирование и от неоптимальности профилей.

16. Потери в проточной части охлаждаемых газовых турбин: от неоптимальности профилей, от втулочного отношения, от закона закрутки, от нестационарности обтекания и от выхода теплоносителя в проточную часть.

17. Выбор радиальных и осевых зазоров в проточной части турбины.

18. Газодинамический расчет ступени и турбины. Предварительный расчет и расчет по среднему диаметру

19. Процесс в турбинной ступени при совместной работе с затурбинным диффузорным патрубком.

20. Расчет ступени газовой турбины совместно с диффузорным выходным патрубком.

21. Пространственное проектирование ступеней по радиусу. Уравнение радиального равновесия.

22. Выбор закона изменения окружных проекций скоростей в ступени турбины. Закон постоянства циркуляции.
 23. Выбор закона изменения окружных проекций скоростей в ступени турбины. “Технологический” и “обратный” законы закрутки.
 24. Уровень начальной температуры газа и методы его обеспечения.
 25. Температурное состояние узлов и деталей газовых турбин на установившихся и переходных режимах.
 26. Понятие относительной глубины охлаждения. Требования к материалам основных узлов и деталей высокотемпературных газовых турбин.
 27. Системы охлаждения газовых турбин. Общие требования к системам охлаждения и их классификация.
 28. Системы охлаждения сопловых лопаток высокотемпературных газовых турбин.
 29. Системы охлаждения рабочих лопаток высокотемпературных газовых турбин.
 30. Методы снижения температуры охладителя перед подачей к рабочим лопаткам. Способы выпуска воздуха после охлаждения рабочих лопаток газовых турбин.
 31. Применение охлаждаемых лопаток дефлекторного типа. Сравнительный анализ систем охлаждения лопаток турбины.
 32. Системы охлаждения дисков и роторов высокотемпературных газовых турбин.
 33. Системы охлаждения статорных деталей высокотемпературных газовых турбин.
- Практические вопросы применения систем охлаждения.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
Р1-Р6	Технологии активного обучения												
	Командная работа		+										
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+	+								+		
	Использование презентаций												

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,5		
Текущая аттестация на лекциях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VII, 1-18	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.= 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических /семинарских занятий	VII, 1-18	50
Участие в работе практических / семинарских занятий	VII, 1-18	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– к тек.прак.=1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– к пром.прак. =0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы (проекта)

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время выполнения курсовой работы</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Проведение расчетных работ	VII, 1-17	50
Выполнение графических работ	VII, 1-17	50
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – к тек.курс.= 0,4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – к пром.курс.= 0,6		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Ревзин Б.С. Энергетические газотурбинные установки стационарного типа / Б.С. Ревзин, О.В. Комаров, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. (хранится на кафедре 25 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Паровые и газовые турбины: Сборник задач: Учебное пособие для ВУЗов / Под ред. Б.М.Трояновского, Г.С.Самойловича. – М. Энергоатомиздат. 1987. – 240 с. (32 экз.).
2. Стационарные газотурбинные установки / Под ред. Л.В.Арсеньева и В.Г.Тырышкина. – Л.: Машиностроение, 1989. – 543 с. (28 экз.).
3. Ревзин Б.С. Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты. - М.: Недра, 1986 – 214 с. (39 экз.).
4. Ревзин Б.С., Ларионов И.Д. Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа. Справочное пособие. – М: Недра, 1991. – 303 с. (28 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Тарасов А.В. Газодинамический расчет многоступенчатой газовой туурбины: Методические указания к выполнению курсового проектирования / А.В. Тарасов, В.М. Марковский, Екатеринбург: УрФУ, 2014. 34 с.

2. Ревзин Б.С. Тепловой расчет схем приводных ГТУ на номинальный и переменный режимы: Учебно-методическая разработка / Б.С. Ревзин, А.В. Тарасов, В.М. Марковский. Екатеринбург: УрФУ, 2014. 61 с.

7.2. Программное обеспечение

«не используется»

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

7.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплект контрольных вопросов к аттестации по дисциплине.

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ТУРБИН	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	3
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1. Лабораторные работы	8
не предусмотрено	8
4.2. Практические занятия	8
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	8
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	8
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	8
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	8
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	8
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	8
4.3.6. <i>Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)</i>	8
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	9
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	9
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	10
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 10	
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.	10
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	10
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7.1. Рекомендуемая литература.....	11
7.1.1. Основная литература	11
7.1.3. Методические разработки	12
7.2. Программное обеспечение	12
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12

7.4. Электронные образовательные ресурсы	12
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	12
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Техника высоких напряжений»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЬЮТЕРНАЯ И МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА
В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ, Ч. 1**

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	Б1.46.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.46.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ.

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Есаулкова Дина Владимировна		ст. преподаватель	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОМПЬЮТЕРНАЯ И МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ, ЧАСТЬ 1»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- 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).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий;
- передовой опыт внедрения зарубежных технологий в отечественные организации

уметь:

- применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности

владеть:

- навыками программирования на языке высокого уровня.

- навыками использования прикладных программ, связанных с программированием микропроцессорной техники.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 1» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов седьмого семестра, базируется на результатах изучения дисциплин «Вычислительная техника» и «Информатика для специалистов Газпрома».

Курс состоит из лекций, практических занятий и лабораторных работ. Рассматриваются общие вопросы обработки информации в микропроцессорных системах, принципы построения управляющих микропроцессорных систем, основы программирования микропроцессоров.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей зачета.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины

Очная форма обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		7
Аудиторные занятия	68	68
Лекции	34	34
Практические занятия	17	17
Лабораторные работы	17	17
Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	40	40
Промежуточная аттестация		3
Общий объём по учебному плану, час.	108	108
Общий объём по учебному плану, з.е.	3	3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Принципы обработки информации в компьютерных системах	Изучаются принципы кодирования информации различных типов в компьютерных и микропроцессорных системах. Рассматриваются вопросы использования различных систем счисления. Изучается структура памяти, принципы адресации данных. Обсуждается обработка информации в реальном времени.
P2	Основные компоненты микропроцессорных систем	Изучаются основные аппаратные элементы микропроцессорной системы. Рассматривается структура универсального процессора, его основных элементов. Рассматриваются периферийные устройства: таймеры-счетчики, АЦП, ЦАП, контроллеры последовательной шины передачи данных.

РЗ	Микропроцессорные системы серии «motor control»	Изучаются специализированные управляющие микропроцессорные системы, выполненные на основе сигнальных процессоров.
-----------	--------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

** Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем*

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Исследование обработки табличных и текстовых данных	2
P2	2	Изучение работы универсального таймера-счетчика	3
P2	3	Изучение работы контроллеры последовательной шины передачи данных	4
P3	4	Ознакомление с микроконтроллером	4
P3	5	Система прерываний микроконтроллера	4

Всего: 17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Кодирование информации. Работа с преобразованием бинарных кодов	6
P1	2	Изучение приемов обеспечения помехозащиты передачи информации	5
P3	3	Изучение основ программирования на Ассемблере для DSP	6

Всего: 17

4.3. Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

«не предусмотрено»

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

«не предусмотрено»

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

«не предусмотрено»

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

«не предусмотрено»

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

«не предусмотрено»

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

«не предусмотрено»

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

«не предусмотрено»

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

«не предусмотрено»

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по

дисциплине

1. Основные принципы построения компьютерных систем.
2. Принципы обработки и хранения информации в компьютерных системах.
3. Взвешенные и невзвешенные бинарные коды.
4. Представление целочисленных данных и данных с фиксированной запятой в МП системе.
5. Представление данных с плавающей запятой в МП системе.
6. Особенности обработки текстовой информации в МП системе.
7. Обработки массивов данных в МП системе.
8. Принципы защищенного кодирования информации.
9. Обработка информации в реальном времени.
10. Понятие архитектуры МП системы. Гарвардская архитектур и архитектура Неймана.
11. Типовая структура МП системы. Назначение основных элементов.
12. Особенности организации памяти МП систем. Прямой доступ к памяти (DMA).
13. Понятие обработки событий. Система прерываний МП.
14. Принципы работы контроллера прерываний.
15. Назначение и принципы работы универсального таймер-счетчика.
16. Назначение и принципы работы АЦП.
17. Назначение и принципы работы ЦАП.
18. Основы межпроцессорного обмена информацией.
19. Контроллеры сетевых интерфейсов (на примере UART).
20. Основные технические характеристики современных МП.
21. Понятие «Цифровой сигнальный процессор». Назначение и области применения DSP.
22. Понятие «Микроконтроллер». Назначение и области применения.
23. Понятие «Motor control». Назначение и области применения МП серии «motor control».

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
Р1-Р3	Методы активного обучения												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+											
	Командная работа		+	+									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,6		
Текущая аттестация на лекциях)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (18)	VII, 1-17	72
Мини-контрольные по темам лекций (4)	VII, 4,7,10,15	28
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачёт		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,4		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0,2		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий №1-4 (9)	VII, 9-17	27
Участие в практических занятиях №1-4 (9)	VII, 9-17	27
Выполнение практических заданий на занятиях (2)	VII, 12,15	46
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – к тек.прак.=1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – к пром.прак. =0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. =0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Подготовка к лабораторным работам №1-4 (5)	VII, 9-17	30
Участие в лабораторных работах №1-4 (9)	VII, 9-17	18
Выполнение отчетов по лабораторным работам №1-4 (1)	VII, 17	52
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к		

тек.лаб.=1,0

Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям—не предусмотрена

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям— к пром.лаб. =0

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

не предусмотрена

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 7</i>	1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Симаков, Г. М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе : учебное пособие / Г.М. Симаков ; Ю.В. Панкрац .— Новосибирск : НГТУ, 2013 .— 211 с. — ISBN 978-5-7782-2210-6 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228924>.
2. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров : учебное пособие / С.Н. Торгаев .— Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015 .— 111 с. — <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442811>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Куприянов М.С. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования / М. С. Куприянов, Б. Д. Матюшкин .— 2-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Политехника, 2002 .— 592 с. [6 экз., инв. номер 16132]
2. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / А.М. Сажнев ; И.С. Тырышкин .— Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015 .— 158 с. — <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458701>

7.1.3. Методические разработки

Не используются

7.2. Программное обеспечение

1. Система инженерного программирования Matlab.
2. Среда разработки программного обеспечения для контроллеров CoCoX CoIDE (Free software)

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

«не используются»

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплекс контрольных вопросов к аттестации.

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Компьютерные классы с мультимедийным оборудованием.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ	3
Цели дисциплины.....	3
Требования к результатам освоения дисциплины	3
Место дисциплины в структуре модуля	4
Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах	4
Трудоемкость освоения дисциплины	4
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
Лабораторный практикум.....	7
Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля	7
Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	8
СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	8
ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	9
Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	Ошибка! Закладка не определена.
Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	9
Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	10
Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)	10
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
Рекомендуемая литература.....	10
Программное обеспечение	10
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	10
Электронные образовательные ресурсы	11
Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	11
УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	11
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
ОГЛАВЛЕНИЕ	13

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 «Техника высоких напряжений»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЬЮТЕРНАЯ И МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА
В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ, Ч. 2**

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	Б1.47.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.47.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ.

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Есаулкова Дина Владимировна		ст. преподаватель	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

В.И. Денисенко

_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОМПЬЮТЕРНАЯ И МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ, ЧАСТЬ 2»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- 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).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий;
- передовой опыт внедрения зарубежных технологий в отечественные организации.

уметь:

- применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности.

владеть:

- навыками программирования на языке высокого уровня.
- навыками использования прикладных программ, связанных с программированием микропроцессорной техники.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 2» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов восьмого семестра, базируется на результатах изучения дисциплин «Вычислительная техника» и «Информатика для специалистов Газпрома».

Курс состоит из лекций, практических занятий и лабораторных работ. Рассматриваются общие вопросы обработки информации в микропроцессорных системах, принципы построения управляющих микропроцессорных систем, основы программирования микропроцессоров.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины

Очная форма обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		8
Аудиторные занятия, час.	48	48
Лекции, час.	16	16
Практические занятия, час.	32	32
Лабораторные работы, час.	-	-
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	60	60
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основы программирования микропроцессорной техники	Рассматриваются вопросы разработки элементарных программ для микропроцессорных управляющих комплектов. Особое внимание уделяется программированию цифровых регуляторов

* Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Изучение языка СИ	10
P1	2	Программирование элементарных звеньев систем автоматического управления	6
P1	3	Программирование нелинейного элемента	6
P1	4	Программирование ЦАП	4
P1	5	Программирование АЦП	6

Всего: 32

4.3. Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

«не предусмотрено»

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

«не предусмотрено»

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

«не предусмотрено»

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

«не предусмотрено»

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

«не предусмотрено»

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

«не предусмотрено»

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

«не предусмотрено»

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

«не предусмотрено»

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

1. Обработка информации в реальном времени.
2. Организация циклов на языке Си.
3. Создание функций на языке Си.
4. Типы переменных и типы данных в языке Си.
5. Понятие «указатель» на языке Си.
6. Организация задержек времени.
7. Основные методы интерполяции функций.

8. Программирование нелинейных элементов.
9. Понятие «микрооперационная система». Взаимодействие микрооперационной системы с программой пользователя.
10. Программирование элементарных звеньев систем автоматического управления.
11. Разработка программы на языке высокого уровня (например С).
12. Понятия «компиляция» и «линковка» программы.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Методы активного обучения												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+	+										
	Командная работа		+										

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (7)	VIII, 1-8	70
Мини-контрольные по темам лекций (3)	VIII, 1-8	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0,4		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Посещение практических занятий №1-4 (14)	VIII, 1-8	28
Участие в практических занятиях №1-4 (14)	VIII, 1-8	28
Выполнение практических заданий на занятиях (4)	VIII, 1-8	44
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – к тек.прак.=1,0		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – к пром.прак. =0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы
не предусмотрена

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 8</i>	1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Симаков, Г. М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе : учебное пособие / Г.М. Симаков ; Ю.В. Панкрац .— Новосибирск : НГТУ, 2013 .- 211 с. — ISBN 978-5-7782-2210-6 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228924>>.

2. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров : учебное пособие / С.Н. Торгаев .— Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015 .— 111 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442811>>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Куприянов М.С. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования / М. С. Куприянов, Б. Д. Матюшкин .— 2-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Политехника, 2002 .— 592 с. [6 экз., инв. номер 16132]

2. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / А.М. Сажнев ; И.С. Тырышкин .— Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015 .— 158 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458701>>

7.1.3. Методические разработки

Не используются

7.2.Программное обеспечение

1. Система инженерного программирования Matlab.
2. Среда разработки программного обеспечения для контроллеров CoCoX CoIDE (Free software)

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

не используются

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>

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

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплекс контрольных вопросов к аттестации.

.

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Компьютерные классы с мультимедийным оборудованием.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ	3
Цели дисциплины.....	3
Требования к результатам освоения дисциплины	3
Место дисциплины в структуре модуля	4
Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах	4
Трудоемкость освоения дисциплины	4
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	4
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	6
Лабораторный практикум.....	6
Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля	6
Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	6
СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	7
ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	7
Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	Ошибка! Закладка не определена.
Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	7
Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	8
Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)	8
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
Рекомендуемая литература.....	8
Программное обеспечение	8
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	9
Электронные образовательные ресурсы	9
Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	9
УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	9
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
ОГЛАВЛЕНИЕ	11

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 «Техника высоких напряжений»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТРОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

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	Б1.34.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.34.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ.

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Бородин М.Ю.	Канд. техн. наук	Доцент	ЭАПУ	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТРОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности (ПК-11);
- способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности (ПК12).

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);
- способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-14).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные метрологические понятия и термины;
- принципы расчета точностных характеристик приборов, определения случайной и систематической погрешностей;
- методы статистической обработки результатов измерений;
- принципы действия и метрологические характеристики электромеханических, электронно-лучевых, аналоговых электронных и цифровых измерительных приборов;
- методы измерения основных электрических величин (ток, напряжение, мощность, энергия, частота, фаза, сопротивление, емкость, индуктивность) и неэлектрических величин;
- методы изменения пределов измерения приборов;
- принципы построения информационно-измерительных систем, с использованием микропроцессорной техники и компьютеров;
- основную учебную, справочную литературу и периодические издания, необходимые для обновления знаний по электрическим измерениям;

уметь:

- выбирать необходимые для измерения электрических величин приборы с учетом диапазона измеряемых величин, условий измерений и требуемой точности измерений;
- выбирать методы, разрабатывать схемы и методики измерений электрических и неэлектрических величин; оценивать точность измерений, определять случайную и систематическую погрешности измерений;
- практически использовать наиболее распространенные средства измерений, в том числе электромеханические, цифровые, электронно-лучевые приборы;

владеть:

- навыками применения различных измерительных приборов и преобразователей;
- построения измерительных и поверочных схем;
- расчетов погрешностей измерений.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Метрология и электрические измерения» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов шестого семестра.

Материал данного курса призван дать общие сведения о методах измерений, способах обеспечения их единства и точности; номенклатуре и применению измерительной техники.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей дифференцированного зачета.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		6	
Аудиторные занятия	51	51	
Лекции	34	34	
Практические занятия	-	-	
Лабораторные работы	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)	-	3	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные понятия	Основные понятия метрологии. Введение в теорию измерений. Понятия физической величины. Эталоны, их классификация. Международная система единиц.. Рабочие измерительные средства. Комплексы средств измерительной техники. Постановка инженерного и научного эксперимента. Государственная система обеспечения единства измерений в Российской Фе-

		дерации. Закон «Об обеспечении единства измерений». Принципы обеспечения единства измерений в РФ
P2	Характеристики средств измерений	Средства измерений электрических величин. Приборы и измерительные комплексы. Образцовые и рабочие средства измерений. Принципы построения поверочных схем. Мостовые схемы. Основные характеристики средств измерений. Помехи и помехоустойчивость
P3	Оценка погрешностей при измерениях	Основы теории измерений и погрешностей. Классификация измерений. Абсолютная и относительная погрешности. Статическая и динамическая погрешности. Случайные погрешности. Характеристика случайных погрешностей. Прямые и косвенные измерения. Обработка результатов косвенных измерений. Погрешность косвенных измерений. Формы записи результатов
P4	Электрический сигнал и формы его представления	Сигналы измерительной информации, общие сведения. Непрерывные и дискретные сигналы. Дискретизация сигналов.
P5	Электромеханические и электронные приборы	Электромеханические аналоговые измерительные приборы. Классификация, принцип действия, применение. Общие характеристики магнитоэлектрических, электромагнитных, электродинамических, электростатических и индукционных приборов. Расширение пределов измерений. Электронные вольтметры для измерения постоянных, переменных и импульсных напряжений. Принцип действия, схемы, характеристики. Преобразователи для измерения мощности и энергии.
P6	Методы и средства измерений неэлектрических величин	Измерительные преобразователи (датчики). Их классификация и области применения. Измерительные схемы с датчиками. Приборы для измерений температуры, геометрических и механических величин, концентраций веществ.
P7	Применение вычислительной техники при измерениях	Интерфейсы средств измерительной техники. Цифровые запоминающие приборы. Системы на основе микропроцессоров. Использование персональных компьютеров в телеметрических системах.
P8	Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы	Автономные многофункциональные цифровые приборы. Измерительные системы. Компьютерно-измерительные системы. Виртуальные приборы. Сетевые информационно-измерительные системы.
P9	Аналоговые средства динамических измерений	Измерение и регистрация изменяющихся во времени величин. Электронно-лучевой осциллограф. Устройство и применение для регистрации периодических и непериодических сигналов, временных интервалов, частоты, сдвига фаз. Цифровые и специальные осциллографы. Логические анализаторы.
P10	Цифровые средства статических и динамических	Цифровые измерительные приборы (ЦИП). Классификация, характеристики. Принцип действия и схема

	измерений	цифрового вольтметра.
P11	Статистические измерения	Нормальное распределение случайных величин. Обработка результатов прямых равноточных измерений. Систематические погрешности, их классификация, способы выявления

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Семестр обучения: 6

Объем модуля: 55 з.е.

Объем дисциплины(зач.ед.):3

Раздел дисциплины			Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																										
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)											
								Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	И/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*					
P1	Основные понятия	8	4	4			4	4	4																								
P2	Характеристики средств измерений	8	4	2		2	3	4	2	2																							
P3	Оценка погрешностей при измерениях	12	6	4		2	6	6	4	2																							
P4	Электрический сигнал и формы его представления	4	4	2			2	2	2																								
P5	Электромеханические и электронные приборы	16	8	6		2	8	8	6	2																							
P6	Методы и средства измерений неэлектрических величин	14	7	4		3	7	7	4	3																							
P7	Применение вычислительной техники при измерениях	4	2	2			2	2	2																								
P8	Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы	7	3	3			4	4	4																								
P9	Аналоговые средства динамических измерений	17	8	2		6	9	9	2	7																							

P10	Цифровые средства статических и динамических измерений	10	5	3		2	5	5	3		2														
P11	Статистические измерения	4	2	2			2	2	2																
Всего (час):		104	51	3 4		17	57	53	35		18													4	

Всего по дисциплине (час.): 108

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час)
P2	1	Схемы включения и снятие показаний электромеханических приборов	2
P2	2	. Измерение токов, напряжений. Расчет погрешностей измерений.	2
P5	3	Методы поверки электроизмерительных приборов электромеханической группы.	2
P9	4	Измерения электрического сопротивления	3
P10	5	Исследование возможностей цифровых электронных приборов	2

Всего: 17

4.2. Практические занятия

не предусмотрено

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

не предусмотрено

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

не предусмотрено

4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работ) (индивидуального или группового)*

не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

не предусмотрено

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Понятия физической величины. Эталоны, их классификация. Международная система единиц.
2. Государственная система обеспечения единства измерений.
3. Рабочие измерительные средства. Комплексы средств измерительной техники. Постановка инженерного и научного эксперимента.

4. Средства измерений электрических величин. Образцовые и рабочие средства измерений. Принципы построения поверочных схем.

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена
не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	И/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курс. проект (работа) (индивид. или групповой)	Контрольная работа	Коллоквиум
Р1 – Р11	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*		*		*							
	Командная работа			*									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VI, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям –		

0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных занятиях	VI, 1-17	50
Выполнение отчетов по лабораторным работам	VI, 1-17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям– 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы
не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр VI</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для студентов вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов .— М. : Высшая школа, 2001 .— 205 с [50 экз., инв. номер 14871]
2. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин : Учеб. пособие для вузов / Э. Г. Атамалян .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1989 .— 384 с. [35 экз., инв. номер 8334]

7.1.2. Дополнительная литература

1. Измерение электрических и неэлектрических величин : учеб. пособие для вузов по специальности "Информ.-измерит. техника" / Н. Н. Евтихийев, Я. А. Купершмидт, В. Ф. Папуловский, В. Н. Скугоров ; под общ. ред. Н. Н. Евтихьева .— Москва : Энергоатомиздат, 1990 .— 349 с. [65 экз., инв. номер 8939]
2. Электрические измерения : Учеб. пособие для электротехн. специальностей вузов / В. Н. Малиновский, Р. М. Демидова-Панферова, Ю. Н. Евланов и др.; Под ред. В. Н. Малиновского .— М. : Энергоатомиздат, 1985 .— 416 с. [8 экз., инв. номер 6290]

7.1.3. Методические разработки

Не используется

7.2. Программное обеспечение

Не используется

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используется

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплект контрольных вопросов к аттестации.

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за вне- сение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТРОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ»	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
4.1. Лабораторный практикум.....	9
4.2. Практические занятия	9
4.3. Самостоятельная работа студентов	9
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>9</i>
<i>не предусмотрено</i>	<i>9</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>9</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>9</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов).....</i>	<i>9</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.6. <i>Примерная тематика курсового проекта (работ) (индивидуального или группового).....</i>	<i>9</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>9</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	10
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 10	
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	10
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	10
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	11
не предусмотрено	11
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7.1. Рекомендуемая литература.....	11
7.1.1. Основная литература	11

2.	Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений. – М.: Высш.школа, 2008. 182 с . Ошибка! Закладка не определена.	
7.1.2.	Дополнительная литература.....	11
7.1.3.	Методические разработки	11
7.2.	Программное обеспечение	12
7.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12
7.4.	Электронные образовательные ресурсы	12
7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	12
8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
	ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Техника высоких напряжений»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

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	Б1.36.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.36.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИН.

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Бородин М.Ю.	Канд. техн. наук	Доцент	ЭАПУ	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1).
- Быть способным проектировать элементы оборудования и технологических схем для решения конкретных производственных задач (ИК-3).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9).

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: классификацию, назначение, основных схемотехнических решений устройств силовой электроники.

Уметь:

- Уметь выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним технические расчеты;
- Уметь применять методы математического анализа при решении инженерных задач.

Владеть: современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Силовая электроника» относится к профессиональному циклу учебного плана, дисциплина по выбору студента.

Дисциплина базируется на результатах изучения дисциплин, «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники» в течение первого-четвертого семестров, а также дисциплин «Теория электропривода, часть 1», «Электрические машины» в пятом-шестом семестрах. Результаты обучения данной дисциплины могут быть использованы в дисциплинах

седьмого-восьмого семестра «Системы управления электроприводами, часть I», «Системы управления электроприводами, часть II».

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры	
		5	6
Аудиторные занятия, час.	102	34	68
Лекции, час.	51	17	34
Практические занятия, час.	34	17	17
Лабораторные работы, час.	17		17
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	114	38	76
Вид промежуточного контроля		3	Э
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	216	72	144
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	6	2	4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Классификация и общие принципы построения преобразовательных устройств для электропривода	
P1.T1	Основные типы преобразователей	Управляемые выпрямители, инверторы ведомые сетью, автономные инверторы, преобразователи постоянного напряжения, преобразователи переменного напряжения
P1.T2	Элементная база преобразователей	Ключевой режим регулирующих элементов. Основные типы полупроводниковых ключей и их характеристики. Трансформаторное и реакторное оборудование. Конденсаторы.
P2	Преобразователи для электроприводов постоянного тока	
P2.T1	Классификация выпрямительно-инверторных преобразователей, структу-	Основные практические схемы выпрямления. Схемы нерегулируемых выпрямителей. Фазность, пульсность преобразователя. Определение средних значений. Коэффициент схемы по напряжению. Принцип импульсно-фазового

	ра и общие принципы функционирования	управления. Функции и структура СИФУ. Диодный дискриминатор. Точки естественной коммутации.
P2.T2	Теория трехфазного выпрямительно-инверторного преобразователя	Режим прерывистого тока. Расчетная схема и допущения. Внешние характеристики в режиме прерывистого тока при работе на активно-индуктивную нагрузку. Зависимость ЭДС идеального холостого хода от угла управления. Особенности режима. Режим гранично-непрерывного тока. Мгновенные и средние значения тока и ЭДС преобразователя. Графическое представление режима. Оценка ширины зоны прерывистых токов. Режим непрерывного тока. Расчетная схема и допущения. Эффект коммутации вентиляей. Коммутационное снижение напряжения. Учет коммутации во внешней характеристике преобразователя. Регулировочная характеристика преобразователя. Инверторный режим. Особенности реализации рекуперации энергии при односторонней проводимости вентиляей преобразователя. Признак инверторного режима. Опрокидывание инвертора. Ограничения на углы управления с учетом опасности срыва режима инвертирования. Особенности работы трансформатора в нулевой схеме.
P2.T3	Трехфазный мостовой преобразователь.	Принципиальная схема. Связь с нулевой схемой преобразователя. Понятие обобщенного преобразователя. . Временные диаграммы токов и ЭДС в различных режимах. Внешние характеристики. Формульные выражения для тока и ЭДС преобразователя в общем случае мостовых и нулевых схем.
P2.T4	Трехфазный несимметричный мостовой преобразователь	Принципиальная схема силовых цепей. Временные диаграммы ЭДС преобразователя при различных углах управления. Регулировочные характеристики в режиме непрерывного тока и при токе, равном нулю. Внешние характеристики..
P2.T5	Реверсивные преобразователи	Эквивалентная схема системы ТП-Д для мгновенных значений тока и напряжений (ЭДС). Эквивалентная схема для средних значений. Способы построения реверсивных преобразователей. Функциональная схема системы управления преобразователя с отдельным управлением. Датчики состояния вентиляей. Принципы работы логических переключающих устройств. Схемы двухкомплектных преобразователей с совместным управлением: встречно-параллельные и перекрестные, мостовые и нулевые. Согласованное и рассогласованное управление. Ограничение и регулирование уравнивающего тока. Расчет индуктивности уравнивающих реакторов. Сопоставление свойств преобразователей с совместным и отдельным управлением.
P2.T6	Вопросы электромагнитной совместимости выпрямительно-инверторных преобразователей с питающей сетью и двигателем.	Оценка дополнительного нагрева двигателя при несинусоидальных токах преобразователя. Действующее значение гармоник ЭДС и тока преобразователя. Расчет индуктивности сглаживающего реактора. Влияние преобразователя на напряжение сети. Способы уменьшения импульсных искажений напряжения сети.

		Реактивный характер нагрузки, создаваемой преобразователем для сети. Коэффициент мощности преобразователя. Методы улучшения коэффициента мощности. Активные выпрямители (конверторы напряжения).
P2.T7	Широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения	Нулевая и мостовая схемы широтно-импульсного модулятора. Принцип работы одно- и четырехключевого широтно-импульсного преобразователя. Анализ работы и характеристики при симметричном алгоритме управления Регулировочные характеристики. Внешние характеристики в режиме непрерывного и прерывистого токов. Спектральный состав выходного напряжения. Одноключевой режим с постоянно открытым транзистором и режим с тремя закрытыми транзисторами.
P3	Преобразователи с амплитудным регулированием для электроприводов с двигателями переменного тока.	
P3.T1	Автономные инверторы напряжения с амплитудным регулированием	Классификация преобразователей для электроприводов с двигателями постоянного тока. Особенности двигателей переменного тока как нагрузки преобразователя частоты (ПЧ). Функциональная схема двухзвенных ПЧ с автономным инвертором напряжения (АИН). Базовая схема трехфазного мостового АИН на полностью управляемых вентилях. Форма и гармонический состав выходных фазного и линейного напряжений. Базовый алгоритм коммутации вентиляей.
P3.T2	Преобразователи частоты с автономным инвертором тока (АИТ) и амплитудным регулированием	Функциональная схема преобразователя. Работа на R-, RL- и E-нагрузку. АИТ с отсекающими диодами. Возможность принудительной коммутации при полууправляемых вентилях (тиристорах). Сопоставление свойств систем ПЧ-Д с АИН и АИТ.
P3.T3	Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ)	Схема силовых цепей с нулевым выводом. Области применения.
P3.T4	Преобразователи переменного напряжения (ППН)	Принципиальная схема силовых цепей однофазного ППН. Процессы в преобразователе при работе R-, L-, RL-нагрузку. Регулировочные характеристики. Трехфазный ППН. Роль нулевого провода. Принципиальная схема реверсивного ТПН (10 тиристоров). Основные режимы работы системы ППН-АД. Достоинства и недостатки приводов с ППН.
P4	Преобразователи с импульсным регулированием для электроприводов с двигателями переменного тока.	
P4.T1	Структура и характеристики силовой части АИН с ШИМ	Трехфазные автономные инверторы с ШИМ Общая принципиальная схема двухзвенного преобразователя частоты с АИН и ШИМ. Понятие закона частотной модуляции.

		«Жесткие» законы модуляции.
Р4.Т2	Координатные системы управления ШИМ	Трехфазная координатная система управления ШИМ. Структура системы управления. Базовый алгоритм симметричной двухсторонней синусоидальной ШИМ. Регулировочные характеристики по среднему значению выходного напряжения и гармоникам модуляционной составляющей. Цифровая реализация систем ШИМ
Р4.Т3	Векторные системы управления ШИМ в АИН	Анализ возможных комбинаций состояний ключей АИН. Понятие образующих векторов Понятие изображающих векторов в различных системах координат (базисах). Управление фазой и модулем среднего за период коммутации напряжения. Выбор количества и состава образующих векторов для АИН с ШИМ Расчет продолжительности действия образующих векторов для произвольного задающего вектора напряжения. Реализация вращательного движения изображающих векторов.. Проблема неискаженного воспроизведения задающего сигнала.. Траектория изображающего вектора при полном использовании ненулевых образующих векторов (отсутствии включения нулевых образующих векторов). Необходимость и реализация ограничения задающего вектора напряжения.
Р4.Т4	Векторные системы ШИМ тока	Векторные системы ШИМ тока. Особенности. Система ШИМ тока без использования нулевых образующих векторов (фазовая система). Возможные состояния инвертора в фазовой системе с ШИМ тока. Образующие вектора. Ограничения на модуль задающего вектора тока. Амплитудно-фазовая система ШИМ тока с использованием нулевых образующих векторов.
Р4.Т5	Модификации базового алгоритма двухсторонней синусоидальной ШИМ.	Структура системы управления. Необходимость предмодуляции входного сигнала. Возможности симметрирования потенциальной зоны нагрузки путем введения предмодуляции Требования к предмодулирующему сигналу. Предмодуляция путем использования третьей гармоники основной частоты преобразователя. Векторное представление системы управления ШИМ с предмодуляцией. Сопоставление предельных возможностей преобразователей типа АИН с различными способами управления ШИМ. Вопросы электромагнитной совместимости ПЧ с ШИМ с питающей сетью и двигателем

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

очная форма обучения

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач. ед.): 55

Объем дисциплины (зач.ед.): 2

Семестр обучения: 5

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																								
						Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)										Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)										
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*			
																												P1	Классификация и общие принципы построения преобразовательных устройств	6
P2	Преобразователи для электроприводов постоянного тока	62	30	13	17		30	13	17																					
Всего (час.):		68	34	17	17		34	17	17																					

Всего по дисциплине (час.): 72

4

Семестр обучения: 6

Объем модуля (зач. ед.): 55

Объем дисциплины (зач.ед.): 4

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)																											
							Всего	Лекции	Практ., семинар.занятия	Лабораторные работы		Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*																		
Р3	Преобразователи с амплитудным регулированием переменного тока.	33	25	14	6	5	8	4	2	2																																			
Р4	Преобразователи с импульсным регулированием переменного тока.	75	43	20	11	12	14	6	4	4	18												1																						
Всего (час):		108	68	34	17	17	22	10	6	6	18											18																							

Всего по дисциплине (час.): 144**36**

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Лабораторный практикум

Код раз-дела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3.T1	1	Осциллограф цифровой двухканальный АСК 3106	1
P3.T1	2	Трехфазный автономный инвертор напряжения	2
P3.T4	3	Тиристорный преобразователь переменного напряжения	2
P4.T2	4	Импульсный преобразователь напряжения	2
P4.T3	5	Двухзвенный преобразователь частоты с программируемой системой управления	6
P4.T5	6	Исследование модифицированных алгоритмов ШИМ	4

Всего: 17

4.2 Практические занятия

Код раз-дела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2.T2	1	Расчет мгновенных значений тока и ЭДС системы ТП-Д	4
P2.T3	2	Расчет внешних и регулировочных характеристик выпрямительно-инверторного преобразователя	5
P2.T5	3	Проектирование системы управления реверсивным преобразователем	4
P2.T6	4	Расчет и выбор реакторного оборудования преобразователя	4
P3.T1	5	Выбор силовых вентилях для двухзвенного преобразователя частоты с АИН	4
P3.T2	6	Расчет элементов звена постоянного тока для ПЧ типа АИН и АИТ	2
P4.T1	7	Расчет и выбор выходных реакторов (синусных фильтров) для ПЧ с АИН	4
P4.T3	8	Проектирование алгоритма векторной ШИМ для АИН	7

Всего: 34

4.3 Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

Расчет элементов силовой части преобразователя постоянного тока.

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета (5 семестр)

1. Классификация преобразователей.
2. Принцип импульсно-фазового управления.
3. Диодный дискриминатор.
4. Особенности ключевого режима полупроводниковых приборов.
5. Трехфазная нулевая схема управляемого выпрямителя. Режимы, характеристики.
6. Режим непрерывного тока трехфазной нулевой схемы управляемого выпрямителя. Внешние характеристики.
7. Режим прерывистого тока нулевой схемы выпрямительно-инверторного преобразователя.
8. Инверторный режим трехфазной нулевой схемы управляемого выпрямителя.
9. Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель. Схема, режимы, характеристики.
10. Реверсивные преобразователи. Совместное и раздельное управление.
11. Вопросы электромагнитной совместимости преобразователей с сетью и двигателем.

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена (6 семестр)

1. Схемы силовых цепей и характеристики тиристорного преобразователя переменного напряжения.
2. Классификация преобразователей частоты.
3. Принцип амплитудного управления напряжением преобразователя частоты.
5. Базовый закон симметричной двухсторонней синусоидальной модуляции.
4. Регулировочные характеристики преобразователей в режиме широтно-импульсной модуляции.
6. Векторные системы управления ШИМ.
7. Образующие вектора для инвертора напряжения.
8. Управление модулем и фазой изображающего вектора напряжения.
9. Формирование вращательного движения вектора напряжения.
10. Ограничения на модуль задающего вектора при векторной ШИМ.
11. Сравнение возможностей АИН по напряжению при различных способах управления.
12. Автономные инверторы тока с ШИМ.
13. Способы формирования нулевого образующего вектора в АИТ с ШИМ.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа) (индивид. или групповой)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P5	Технологии активного обучения												
	Проектная работа									*			
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*	*			*				*	*		
	Командная работа	*		*									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

Семестр обучения: 5

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	V, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических/семинарских занятий	V, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским		

занятиям– 0
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены

Семестр обучения: 6

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	V, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических/семинарских занятий	V, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации практическим занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – <i>не предусмотрено</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных занятиях	VI, 1-17	30
Выполнение отчетов по лабораторным работам	VI, 1-17	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <i>не предусмотрено</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта <i>[перечислить контрольно-оценочные мероприятия во время выполнения курсовой работы/проекта]</i>	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Дискуссия по основным проектным решениям</i>	VI, 4-6	30
<i>Защита курсовой работы</i>	VI, 9-14	70
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,5		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,5		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр V</i>	<i>1,0</i>
<i>Семестр VI</i>	<i>1,0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Розанов Ю. К. Силовая электроника : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. – 2-е изд., стер.– Москва : МЭИ, 2009 . – 632 с. [28 экз., 21054]
2. 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., 13204]

7.1.2. Дополнительная литература

1. Розанов Ю. К. Основы силовой электроники. Москва, Энергоатомиздат, 1992. 296 с. [10 экз., 10860]
2. Лихошерст В.И. Полупроводниковые преобразователи электрической энергии для электроприводов с двигателями постоянного тока: Учеб. пособие / В.И. Лихошерст; Урал. политехн. ин-т им. С.М. Кирова .— Свердловск : УПИ, 1987 .— 76 с. [131 экз., 7309]
3. Лихошерст В.И. Полупроводниковые преобразователи электрической энергии с им-пульсным регулированием : Учеб. пособие / В.И. Лихошерст; Науч. ред. Ф.Н. Сарапулов; Урал. гос. техн. ун-т .— Екатеринбург : УГТУ, 2000 .— 116 с. [15 экз., 13048]

7.1.3. Методические разработки

1. Преобразовательная техника: методические указания к лабораторным работам / Сост. М.Ю. Бородин. Екатеринбург, УрФУ, 2011.

7.2. Программное обеспечение

1. Система инженерного программирования «Matlab»

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплект контрольных вопросов к аттестации.

8. УЧЕБНО - МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Компьютерные классы в аудиториях Э-200,б и Э-202, общим количеством 28 компьютеров Pentium IV Core 2, объединённые в локальную сеть.

Специализированная лаборатория «Преобразовательная техника» Э-201, содержит 9 стендов с преобразователями основных типов.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля	3
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	7
3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам	7
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
4.1 Лабораторный практикум	10
4.2 Практические занятия	10
4.3 Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля	10
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	10
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	10
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	11
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	11
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	11
4.3.6. <i>Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)</i>	11
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	11
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	11
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	11
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	12
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	12
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.	12
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)	12
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	13
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)	13
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	14
ДИСЦИПЛИНЫ	14

7.1.	Рекомендуемая литература.....	14
7.1.1.	<i>Основная литература.....</i>	<i>14</i>
7.1.2.	<i>Дополнительная литература.....</i>	<i>14</i>
7.1.3.	<i>Методические разработки.....</i>	<i>14</i>
7.2.	Программное обеспечение	14
7.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	14
7.4.	Электронные образовательные ресурсы	14
7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	14
8.	УЧЕБНО - МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
8.1	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	14
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ.	15
	ОГЛАВЛЕНИЕ	16

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ, ЧАСТЬ I

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	Б1.44.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.44.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Плотников Юрий Валерьевич	к.т.н.,	Доцент	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ, ЧАСТЬ I

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- режимы работы объектов профессиональной деятельности;

уметь:

- выполнять в рамках производственно-технологической деятельности расчет режимов работы объектов профессиональной деятельности;

владеть:

- опытом деятельности: в монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических работах в системах электропривода и промышленной автоматики.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Система управления электроприводами, часть I» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 144 уч. часов седьмого семестра.

Изучение данной дисциплины опирается на знание студентами общепрофессиональных и ряда специальных дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Силовая электроника», «Электрические и электронные аппараты», «Теория автоматического управления, часть 1, часть 2», «Теория электропривода, часть 1».

Полученные знания и умения используются при изучении специальных дисциплин: «Системы управления электроприводами, часть II», «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 1, часть 2», а также для практической работы бакалавра во время практик и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		7	
Аудиторные занятия, час	68	68	
Лекции, час	34	34	
Практические занятия, час	17	17	
Лабораторные работы, час	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	76	76	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		3	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	144	144	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	4	4	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Основные понятия и определения. Структура электропривода как автоматической системы и ее основные элементы. Задачи и принципы автоматического управления. История развития систем управления электроприводами постоянного и переменного тока.
P2	Системы релейно-	

	контакторного управления электроприводами	
P2.T1	Узел управления пуском электропривода	Общая характеристика систем релейно-контакторного управления. Понятие о типовых узлах систем релейно-контакторного управления. Узел управления пуском электропривода. Принципы автоматического управления пуском. Типовые схемы управления пуском двигателей постоянного и переменного тока в функции ЭДС, тока и времени
P2.T2	Узел управления торможением	Типовые схемы управления торможением противоторможением и динамическим торможением двигателей постоянного и переменного тока.
P2.T3	Узел управления полем возбуждения двигателей постоянного тока	Типовые схемы узла управления полем возбуждения двигателей постоянного тока.
P3	Системы электромашиного управления электроприводами	
P3.T1	Общая характеристика систем электромашиного управления электроприводами	Математические модели системы «генератор-двигатель» постоянного тока с электромашиными возбудителями. Обобщенное операторное уравнение, описывающее реакцию разомкнутых систем Г-Д на внешние воздействия. Обобщенное уравнение статических механических характеристик.
P3.T2	Системы стабилизации скорости	Замкнутые системы электромашиного управления с регулированием по отклонению с отрицательной обратной связью по скорости (по ЭДС двигателя). Разомкнутые САР скорости с регулированием по возмущению с положительной обратной связью по току. Характеристики системы электропривода. Анализ влияния параметров на свойства САР в статических и динамических режимах работы.
P3.T3	Системы электромашиного управления со специальными (экскаваторными) механическими характеристиками	Принципы формирования нелинейных механических характеристик с помощью систем автоматического управления с переменной структурой. Системы с отсечкой по току. Многоконтурные системы подчиненного управления переменных. Статические и динамические характеристики.
P4	Системы полупроводникового управления электроприводами	
P4.T1	Математические модели силовой части электропривода как объекта управления	Общая характеристика электроприводов постоянного тока с полупроводниковыми преобразователями. Схема замещения и структурная схема тиристорного преобразователя как управляемого источника питания двигателя постоянного тока. Влияние вида опорного сигнала «вертикального» управления на характеристику «вход-выход» преобразователя. Учет нелинейных свойств ти-

		ристорного преобразователя в математических моделях. Математические модели цепи якоря и цепи обмотки возбуждения двигателя постоянного тока. Особенности учета нелинейности характеристики намагничивания и вихревых токов. Линеаризация модели системы «преобразователь-двигатель» для режима управления с воздействием на цепь возбуждения.
P4.T2	Основы теории систем подчиненного регулирования	Автоматическое управление полупроводниковыми электроприводами постоянного тока. Краткие сведения их теории систем с подчиненным регулированием переменных. Представление объекта в виде цепи последовательно соединенных звеньев. Принципы построения управляющего устройства автоматических систем с подчиненным регулированием переменных (СПР). Обобщенная структурная схема многоконтурной СПР. Оптимальные (стандартные) передаточные функции последовательно подчиненных контуров регулирования переменных. Синтез контурных регуляторов. Частотные характеристики и переходные функции контуров при оптимальной настройке.
P4.T3	Автоматические системы регулирования тока якоря двигателя	Системы автоматического регулирования (САР) тока якоря. Функциональная схема САР тока якоря и синтез регулятора тока. Анализ свойств САР тока якоря. Комбинированные САР тока якоря.
P4.T4	Системы автоматического регулирования скорости	Однократные и двукратные САР скорости. Функциональные и структурные схемы САР скорости. Передаточные функции однократных и двукратных САР скорости. Реакции САР скорости на внешние воздействия. Статические механические характеристики электропривода с однократной и двукратной САР скорости. Частотные характеристики систем автоматического регулирования скорости. Реакции однократной и двукратной САР скорости на гармоническое задающее и возмущающее воздействия.
P4.T5	Ограничение переменных в системах подчиненного регулирования	Ограничение переменных в структурах подчиненного регулирования. Ограничение задающих воздействий локальных САР. Ограничение переменных с помощью задатчика интенсивности. Реакции однократных и двукратных САР скорости с задатчиками интенсивности. Ограничение производной тока якоря в САР скорости.
P4.T6	Двухзонные системы автоматического регулирования скорости	Принципы построения двухзонной САР скорости с зависимым регулированием возбуждения. Синтез регуляторов. Функциональная и структурная схемы двухзонной САР скорости. Статические и динамические характеристики электропривода с двухзонной САР скорости.
P4.T7	Системы автоматического регулирования положения	Требования к САР положения. Принципы построения и режимы САР положения. Синтез регулятора положения при малых перемещениях. Статические и динамические характеристики САР с линейным регулятором положения. Ограничения переменных в САР положения. Синтез нелинейного регулятора положения. Особенности

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач. ед.): 55

Объем дисциплины (зач. ед.): 4

Семестр: 7

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																															
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.)														
								Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	И/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*			Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / междисц. курсовой проект*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*								
P1	Введение	1	1	1																																	
P2	Системы релейно- контакторного управления	11	6	6			5	3	3																2		1										
P2.T1	Узел управления пуском электропривода	3	2	2			1	1	1																												
P2.T2	Узел управления торможением	3	2	2			1	1	1																												
P2.T3	Узел управления полем возбуждения двигателей постоянного тока	3	2	2			1	1	1																												
P3	Системы электромашинного управления электроприводами	14	8	8			6	4	4																2		1										
P3.T1	Общая характеристика	3	2	2			1	1	1																												

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4.T1	1	Параметрирование регулируемого электропривода постоянного тока.	4
P4.T3	2	Исследование системы автоматического регулирования тока якоря.	4
P4.T4	3	Исследование двухконтурных систем автоматического регулирования скорости.	5
P4.T6	4	Исследование двухзонных систем автоматического регулирования скорости.	4

Всего: 17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P4.T1	1	Математическая модель главной цепи вентильного электропривода постоянного тока.	2
P4.T1	2	Модели силовой части электропривода для задач двухзонного управления.	2
P4.T3	3	Комбинированная система автоматического регулирования тока якоря.	2
P4.T4	4	Передаточные функции однократно и двукратно интегрирующей САР скорости.	2
P4.T4	5	Однократно и двукратно интегрирующая система автоматического регулирования скорости.	2
P4.T4	6	Частотные характеристики систем автоматического регулирования скорости.	1
P4.T5	7	Ограничение переменных с помощью задатчика интенсивности.	2
P4.T6	8	Двухзонные САР скорости.	2
P4.T7	9	Системы автоматического регулирования положения.	2

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

1. Расчет параметров математической модели силовой части вентильного электропривода постоянного тока.
2. Синтез двухконтурной системы автоматического регулирования скорости.
3. Анализ реакций САР скорости на внешние воздействия.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

1. Релейно-контакторные системы автоматического управления электроприводами.
2. Системы электромашинного управления электроприводами

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Влияние вида опорного напряжения на характеристики тиристорных преобразователей постоянного тока как объекта управления.
2. Линейные математические модели цепи якоря компенсированного двигателя постоянного тока как объекта управления. Уравнения и структурные схемы модели.
3. Математическая модель цепи якоря компенсированного двигателя постоянного тока как объекта управления (нелинейная модель). Уравнения и структурная схема.
4. Линеаризованная модель цепи якоря вентильного электропривода постоянного тока как объекта управления. Уравнения и структурная схема. Особенности модели.
5. Математическая модель цепи возбуждения вентильного электропривода постоянного тока как объекта управления (нелинейная модель). Уравнения и структурная схема.
6. Линеаризованная модель цепи возбуждения вентильного электропривода постоянного тока как объекта управления. Уравнения и структурная схема.
7. Принципы построения систем подчиненного регулирования с последовательной коррекцией. Передаточные функции регуляторов, оптимизированных контуров. Переходные и частотные характеристики контуров.
8. Типы регуляторов. Структурные схемы. Принципиальные электрические схемы регуляторов на базе интегральных операционных усилителей.
9. Обобщенная структурная схема систем подчиненного регулирования электроприводов постоянного тока. Принципы построения. Типовая методика синтеза регуляторов. Примеры.
10. Системы автоматического регулирования тока якоря тиристорного электропривода постоянного тока с нелинейным регулятором тока.
11. Учет влияния ЭДС вращения двигателя при построении систем автоматического регулирования тока якоря. Комбинированные системы автоматического регулирования тока якоря.
12. Комбинированные системы регулирования тока якоря. Подход к синтезу регулятора тока. Статические и динамические характеристики системы регулирования тока якоря.
13. Влияние режима прерывистого тока на качество САР тока якоря. Методы повышения быстродействия САР тока якоря в режиме прерывистого тока.
14. Учет режима прерывистых токов при построении математической модели цепи якоря тиристорного электропривода постоянного тока.

15. Роль некомпенсированной постоянной времени и подход к ее выбору. Влияние некомпенсированной постоянной времени на статические и динамические характеристики электропривода.
16. Однократно-интегрирующая САР скорости вентильного электропривода постоянного тока. Структурная схема, передаточные функции, реакции САР на ступенчатое управляющее и возмущающее воздействия.
17. Однократно-интегрирующая САР скорости. Синтез регуляторов. Передаточные функции системы по управляющему и возмущающему воздействиям.
18. Структура двухкратно-интегрирующей системы автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока. Статические и динамические характеристики.
19. Структурная схема двухкратно-интегрирующей системы автоматического регулирования скорости вентильного электропривода постоянного тока. Передаточные функции САР и характер реакций на ступенчатое управляющее и возмущающее воздействия.
20. Синтез регуляторов тока якоря и скорости в однократно-интегрирующей системе подчиненного регулирования электропривода постоянного тока. Свойства систем регулирования при настройке регуляторов на модульный оптимум.
21. Анализ механических характеристик вентильного электропривода постоянного тока с однократно-интегрирующей системой регулирования скорости.
22. Анализ реакции однократно-интегрирующей САР скорости вентильного электропривода постоянного тока на гармонические воздействия.
23. Анализ реакции двухкратно-интегрирующей САР скорости вентильного электропривода постоянного тока на периодические воздействия.
24. Учет пульсаций датчика скорости при выборе быстродействия САР скорости электроприводов постоянного тока.
25. Учет инерционности датчика скорости при синтезе регулятора скорости вентильного электропривода постоянного тока.
26. Принципы ограничения координат в системах подчиненного регулирования.
27. Задатчик интенсивности. Назначение. Математическая модель. Процессы в системах автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока с задатчиком интенсивности.
28. Задатчик интенсивности как элемент систем автоматического регулирования электроприводов постоянного тока.
29. Типовые процессы управления в однократно-интегрирующей системе регулирования скорости с задатчиком интенсивности.
30. Типовые процессы в двухкратно-интегрирующей САР скорости при формировании командного сигнала с помощью задатчика интенсивности.
31. Особенности пусковых режимов в системах автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока с задатчиком интенсивности при применении П-регулятора скорости в системах подчиненного регулирования с последовательной коррекцией.
32. Особенности пусковых режимов в системах автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока с задатчиком интенсивности при применении ПИ-регулятора скорости в системах подчиненного регулирования с последовательной коррекцией.
33. Учет ограничения по скорости изменения тока якоря в системах подчиненного регулирования вентильных электроприводов постоянного тока.
34. Ограничение производной тока якоря. Методы ограничения производной тока якоря в системах автоматического регулирования электроприводов постоянного тока.
35. Структура системы двухзонного регулирования угловой скорости вентильного электропривода постоянного тока. Принципы построения. Назначение элементов.
36. Структурная схема системы двухзонного регулирования скорости электропривода постоянного тока. Особенности учета нелинейных свойств объекта управления при построении регуляторов.
37. Учет нелинейных свойств двигателя постоянного тока как объекта управления при синтезе регуляторов системы двухзонного регулирования скорости.

38. Особенности синтеза регуляторов магнитного потока и ЭДС в системах двухзонного регулирования скорости.
39. Принципы построения систем управления позиционных электроприводов. Синтез регулятора контура положения при малых перемещениях. Статические и динамические характеристики.
40. Принципы построения позиционных систем управления вентильным электроприводом постоянного тока. Статические и динамические характеристики электропривода с линейным регулятором положения.
41. Системы управления позиционных электроприводов с нелинейным регулятором положения. Особенности расчета характеристики нелинейного регулятора положения.
42. Двухконтурная система автоматического регулирования скорости с неидеальными датчиками. Особенности учета свойств датчиков в системах подчиненного регулирования.

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена
не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности												
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум	
P1	Технологии активного обучения	+												
	Командная работа													
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)													
	Использование презентаций	+												
P2	Технологии активного обучения	+												
	Командная работа													
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)													+
P3	Технологии активного обучения	+												
	Командная работа													
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследователь-													+

	ский метод и т.п.)													
	Использование презентаций													
Р4	Технологии активного обучения	+												
	Командная работа		+	+										
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		+							+				
	Использование презентаций		+											

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6.		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (25)	VII, 1-17	50
Коллоквиум № 1. Релейно-контакторные системы автоматического управления электроприводами	VII, 8	25
Коллоквиум № 2 Системы электромашиного управления	VII, 1-17	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6.		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4.		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,2.		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий № 1-7 (7)	VII, 1-13	35
Выполнение практических заданий № 8-9 (2)	VII, 14-17	20
Выполнение расчетной работы № 1.	VII, 1-17	15
Выполнение расчетной работы № 2.	VII, 1-17	15
Выполнение расчетной работы № 3.	VII, 1-17	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1 тек.прак.		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0 пром.прак.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2.		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы №1. Параметрирование регулируемого электропривода постоянного тока.	VII, 9-10	25
Выполнение лабораторной работы №2. Исследование системы автоматического регулирования тока якоря .	VII, 11-13	25
Выполнение лабораторной работы №3. Исследование двухконтурных систем автоматического регулирования скорости .	VII, 14-15	25
Выполнение лабораторной работы №4. Исследование двухзонных систем автоматического регулирования скорости..	VII, 16-17	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям– 1 тек.лаб.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0 пром. лаб.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы
не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 7</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Шрейнер Р. Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов: учеб. пособие / Р. Т. Шрейнер. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. - 279 с. (23 экз.)

7.1.2. Дополнительная литература

1. Терехов В. М. Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. стер. - М.: Издательский центр Академия, 2005. - 304 с. (98 экз.)

7.1.3. Методические разработки

1. Поляков В. Н., Шрейнер Р. Т. Математические модели двигателя постоянного тока для задач управления. УГТУ-УПИ, Екатеринбург. 1999.
2. Поляков В.Н., Казаков Е.Г. Системы управления электроприводами: метод. указания к проекту / сост. В.Н. Поляков, Е.Г. Казаков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 36 с.
3. Поляков В.Н., Кирилов А.В. Системы управления электроприводов: метод. указания к лаб. работам по курсу «Системы управления электроприводов» / сост. В.Н. Поляков, А.В. Кирилов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 37 с.
4. Поляков В. Н., Плотников Ю. В. Системы управления электроприводов (Математические модели силовой части электропривода). УрФУ, Екатеринбург. 2012. 88 с.
5. Системы управления электроприводами: Методические указания к лабораторным работам по курсу «Системы управления электроприводами» /М.Ю. Бородин, В.П. Метельков В.Н. Поляков. Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 1998. 51 с.
6. Системы управления электроприводами: Контрольные работы/ В.Н. Поляков, М.Ю. Бородин. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1993 г.
7. Электрооборудование: Лабораторный практикум /Е.Г. Казаков, В.В. Куцин, Е.Ф. Тетяев, Н.Д. Ясенев. Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 1999. 51 с.

7.2. Программное обеспечение

1. Корпоративные версии продуктов Microsoft: ОС Windows 7.
2. MATLAB, Simulink.

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

7.4. Электронные образовательные ресурсы

не используются

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение

- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ, Ч.1	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	7
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	7
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
4.1. Лабораторные работы	10
4.2. Практические занятия	10
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	10
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>10</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>10</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>10</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов) ...</i>	<i>11</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>11</i>
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>11</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>11</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>11</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	11
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	13
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 14	
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	14
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	14
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	14
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	14
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
7.1. Рекомендуемая литература.....	15
7.1.1. Основная литература	15
7.1.2.Дополнительная литература.....	15
7.1.3. Методические разработки	15
7.2. Программное обеспечение	15
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	15

7.4. Электронные образовательные ресурсы	15
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	15
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	16
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
ОГЛАВЛЕНИЕ	17

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ, ЧАСТЬ II

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	Б1.49.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.49.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Поляков Владимир Николаевич	Доктор техн. наук, с.н.с.	профессор	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ, ЧАСТЬ II

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- назначения элементной базы, характеристик и регулировочных свойств электроприводов с двигателями переменного тока;

уметь:

- адаптировать новые технологии к существующим условиям производства.

владеть:

- навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Системы управления электроприводами, часть 2» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов восьмого семестра.

Изучение данной дисциплины опирается на знание студентами общепрофессиональных и ряда специальных дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Силовая электроника», «Электрические и электронные аппараты», «Теория автоматического управления, часть I, часть II», «Теория электропривода, часть 1, часть 2».

Полученные знания и умения используются при изучении специальных дисциплин: «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 2», а также для практической работы бакалавра во время практик и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		8
Аудиторные занятия, час.	32	32
Лекции, час.	16	16
Практические занятия, час.	16	16
Лабораторные работы, час.		
Самостоятельная работа студентов, час.	76	76
Вид промежуточного контроля (Э, З)		Э
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Математическое моделирование элементов силовой части электроприводов переменного тока	
P1.T1	Математическое моделирования электрических двигателей переменного тока	Уравнения обобщенной машины переменного тока. Уравнения основных типов электрических двигателей переменного тока
P1.T2	Математическое моделирования полупроводниковых преобразователей	Типы полупроводниковых преобразователей. Модель элементарного автономного инвертора напряжения. Модель преобразователя частоты с автономным инвертором

	образователей	напряжения
P2	Системы управления регулируемых асинхронных электроприводов	
P2.T1	Законы управления асинхронными двигателями при частотном способе регулирования скорости	Исходные уравнения. Уравнения установившегося режима асинхронного двигателя. Схема замещения. Законы управления. Механические и энергетические характеристики
P2.T2	Системы скалярного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	Принципы построения и структуры систем скалярного управления. Статические и динамические характеристики электропривода с системой скалярного управления
P2.T3	Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	Принципы построения и структуры систем векторного управления. Синтез регуляторов. Статические и динамические характеристики электропривода с системой векторного управления
P3	Системы управления регулируемых синхронных электроприводов	
P3.T1	Законы управления синхронными двигателями при регулировании скорости	Обобщенная функциональная схема регулируемого синхронного электропривода. Законы управления синхронными двигателями
P3.T2	Системы векторного управления частотно-регулируемого синхронного электропривода	Принципы построения и структуры систем управления синхронных электроприводов. Статические и динамические характеристики синхронных электроприводов

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Семестр обучения: 8

Объем модуля (зач. ед.): 55

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Раздел дисциплины			Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																														
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)																	
							Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	И/или семинары, семинар-конференции, коллоквиумы		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междискурсовая работа*	Курсовой проект / Междискурсовый проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*										
P1	Математическое моделирование элементов силовой части электроприводов переменного тока	25	10	4	6		5	2	3		10																										
P1.T1	Математическое моделирование электрических двигателей переменного тока	18	5	2	3		3	1	2		10																										
P1.T2	Математическое моделирование полупроводниковых преобразователей	7	5	2	3		2	1	1																												
P2	Системы управления регулируемых асинхронных электроприводов	42	19	9	10		13	6	7		10											1															
P2.T1	Законы управления асинхронными двигателями при частотном способе регулирования	18	4	2	2		4	2	2		10											1															

	скорости																										
P2.T2	Системы скалярного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	8	5	3	2		3	1	2		8	5	3	2		3	1	2		8	5						
P2.T3	Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	16	10	4	6		6	3	3		16	10	4	6		6	3	3		16	10						
P3	Системы управления регулируемых синхронных электроприводов	5	3	3			2	2			5	3	3			2	2			5	3						
P3.T1	Законы управления синхронными двигателями при регулировании скорости	3	2	2			1	1			3	2	2			1	1			3	2						
P3.T2	Системы векторного управления частотно-регулируемого синхронного электропривода	2	1	1			1	1			2	1	1			1	1			2	1						
Всего (час):		72	32	16	16		20	10	10		20								20								36

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час)
P1.T1, P1.T2	1	Подготовка данных для расчета параметров математической модели силовой части асинхронного двигателя. Расчет номинального режима асинхронного двигателя	3
P1.T1, P1.T2	2	Расчет параметров математической модели силовой части асинхронного электропривода	3
P2.T1	3	Расчет характеристик асинхронного двигателя при типовых законах частотного управления	2
P2.T2	4	Расчет динамических характеристик частотно-регулируемого асинхронного электропривода с системой скалярного управления	2
P2.T3	5	Расчет параметров регуляторов системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	2
P2.T3	6	Расчет статических и динамических характеристик системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с пропорциональным регулятором скорости	2
P2.T3	7	Расчет статических и динамических характеристик системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с пропорционально-интегральным регулятором скорости	2

Всего: 16

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено.

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

- Расчет параметров математической модели силовой части асинхронного электропривода;
- Расчет характеристик асинхронного двигателя при постоянстве потокосцепления ротора.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено.

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено.

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Уравнения обобщенной машины переменного тока.
2. Относительные единицы для записи уравнений электрических двигателей переменного тока.
3. Преобразование координат при математическом моделировании электрических двигателей переменного тока.
4. Общая характеристика полупроводниковых преобразователей для электроприводов переменного тока.
5. Типовые схемы преобразователей частоты для управления двигателями переменного тока.
6. Математическая модель автономного инвертора напряжения с широтно-импульсным способом формирования выходного напряжения.
7. Математическая модель силовой части частотно-регулируемого асинхронного электропривода.
8. Схема замещения асинхронного двигателя при переменной частоте и амплитуде напряжения на зажимах статора.
9. Законы управления асинхронными двигателями при частотном способе регулирования скорости
10. Принципы построения систем скалярного управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов.
11. Статические и динамические характеристики частотно-регулируемого асинхронного электропривода с системами скалярного управления.
12. Возможности качественного управления электромагнитным моментом асинхронного двигателя.
13. Принципы построения систем векторного управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов.
14. Понятие ориентирующего вектора и выбор рациональной системы координат для регулирования переменных в системе векторного управления асинхронного электропривода.
15. Структура системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с косвенной ориентацией по полю ротора.
16. Структуры регуляторов системы векторного управления асинхронного электропривода с косвенной ориентацией по полю ротора.

17. Структура системы векторного управления асинхронного электропривода с прямой ориентацией по полю ротора.
18. Статические и динамические характеристики частотно-регулируемого асинхронного электропривода с системой векторного управления.
19. Область применения и состав частотно-регулируемого синхронного электропривода.
20. Законы управления синхронными двигателями при частотном способе регулирования скорости.
21. Выбор рациональной системы координат для регулирования переменных в системе векторного управления синхронных электроприводов.
22. Структура системы векторного управления частотно-регулируемого синхронного электропривода.
23. Статические и динамические характеристики частотно-регулируемого синхронного электропривода с системой векторного управления.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		+						+				
	Использование презентаций	+											
P2	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		+						+				
	Использование презентаций												
P3	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		+										
	Использование презентаций												

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VIII, 1-8	70
<i>Расчетная работа 1. Расчет параметров математической модели силовой части асинхронного электропривода.</i>	VIII, 3	15
<i>Расчетная работа 2. Расчет характеристик асинхронного двигателя при постоянстве потокосцепления ротора.</i>	VIII, 5	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практического занятия 1. Подготовка данных для расчета параметров математической модели силовой части асинхронного двигателя. Расчет номинального режима асинхронного двигателя</i>	VIII, 1	10
<i>Посещение практического занятия 2. Расчет параметров математической модели силовой части асинхронного электропривода</i>	VIII, 2	15
<i>Посещение практического занятия 3. Расчет характеристик асинхронного двигателя при типовых законах частотного управления</i>	VIII, 3	15
<i>Посещение практического занятия 4. Расчет динамических характеристик частотно-регулируемого асинхронного электропривода с системой скалярного управления</i>	VIII, 4	15
<i>Посещение практического занятия 5. Расчет параметров регуляторов системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода</i>	VIII, 5	15
<i>Посещение практического занятия 6. Расчет статических и динамических характеристик системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с пропорциональным регулятором скорости</i>	VIII, 6	15
<i>Посещение практического занятия 7. Расчет статических и динамических характеристик системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с пропорционально-интегральным регулятором скорости</i>	VIII, 7	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям - 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 8</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Шрейнер Р. Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов: учеб. пособие / Р. Т. Шрейнер. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. - 279 с. (23 экз.)
2. 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. (41 экз.)

7.1.2. Дополнительная литература

8. Шрейнер Р.Т. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами / Р.Т. Шрейнер, Ю.А. Дмитренко. Кишинев: Штинца, 1982. 234 с. (35 экз.)
9. Терехов В. М. Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. стер. - М.: Издательский центр Академия, 2005. - 304 с. (98 экз.)
10. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. М.: Academia, 2006 . 272 с. Инв. № 18527 (32 экз.).

7.1.3. Методические разработки

1. Системы управления электроприводами переменного тока: методические указания к лабораторным работам по курсу «Системы управления электроприводами переменного тока». / сост. В.Н. Поляков. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 79 с.
2. Системы управления электроприводами переменного тока: методические указания к лабораторным работам по курсу «Системы управления электроприводами переменного тока». / сост. В.Н. Поляков, Ю.В. Плотников, В.П. Метельков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 40 с.
3. Системы управления электроприводами переменного тока: методические указания к лабораторным работам по курсу «Системы управления электроприводами переменного тока». В 2 ч. Ч. 1. Преобразователь частоты Power Flex 70 / сост. Ю.В. Плотников, В.Н. Поляков, В.П. Метельков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 62 с.
4. Системы управления электроприводами переменного тока: методические указания к лабораторным работам по курсу «Системы управления электроприводами переменного тока». В 2 ч. Ч. 2. Преобразователь частоты Simover / сост. Ю.В. Плотников, В.Н. Поляков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 63 с.
5. Системы управления электроприводами переменного тока: методические указания к лабораторным работам по курсу «Системы управления электроприводами переменного тока». Преобразователь частоты Altivar 71/ сост.Ю.В. Плотников, К.Е. Нестеров, А.М. Зюзев, В.Н. Поляков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 35 с.

б. Системы управления электроприводами переменного тока. Управление электроприводами по сети PROFIBUS: учебно-методическое пособие / сост. Ю. В. Плотников, В. Н. Поляков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2011. 106 с.

7.2. Программное обеспечение

1. Корпоративные версии продуктов Microsoft: ОС Windows 7.
2. MATLAB, Simulink.

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

7.4. Электронные образовательные ресурсы

не используются

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ, ЧАСТЬ II	2
1.1. Цели дисциплины.....	3
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	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины.....	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1. Лабораторные работы	8
4.2. Практические занятия	8
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	8
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	8
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	8
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	8
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i> ..	9
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	9
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	9
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	9
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	9
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	10
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	11
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.	11
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	11
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	12
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	12
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7.1. Рекомендуемая литература.....	12
7.1.1. Основная литература	12
7.1.2. Дополнительная литература	12

7.1.3. Методические разработки	12
7.2. Программное обеспечение	13
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	13
7.4. Электронные образовательные ресурсы	13
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	13
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	13
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
ОГЛАВЛЕНИЕ	15

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

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	Б1.45.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.45.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УРАЛЭНИН

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Костылев А.В.	к.т.н, доцент	зав. кафедрой	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- 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).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- нормативную документацию (отечественные и международные стандарты) в области электропривода и смежных областях;
- нормативную документацию (отечественные и международные стандарты) в области правил выполнения электротехнических чертежей и схем;
- продукцию ведущих отечественных и зарубежных производителей приводной техники и НКУ.

уметь:

- выбирать электротехническое оборудование в соответствии с заданными требованиями;
- выполнять конструкторскую документацию в области электропривода, в том числе с использованием современных информационных технологий;

владеть:

- опытом проектирования автоматизированных электроприводов общепромышленного и специального назначения.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Современные методы проектирования электроприводов» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 144 уч. часов седьмого семестра.

Дисциплина формирует необходимую базу для изучения специальных дисциплин модуля «Электропривод типовых механизмов», «Теория электропривода, часть 1, часть 2», «Системы управления электроприводами, часть I, часть II», а также для выполнения проекта по модулю. В ходе изучения дисциплины студент приобретает необходимые навыки для выполнения ВКР по специальности.

Целью изучения дисциплины является формирование у студента компетенций для осуществления проектной и производственно-технологической деятельности по специальности. Дисциплина имеет практико-ориентированный характер.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		7	
Аудиторные занятия, час	68	68	
Лекции, час	34	34	
Практические занятия, час	17	17	
Лабораторные работы, час	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	72	72	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	144	144	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	4	4	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Стандартизация в области электропривода	Рассматриваются международные (ИЕС) и отечественные нормативные документы (ГОСТ, ПУЭ) в области электротехники и электропривода. Особое внимание уделяется совместимости стандартов.
Р2	Основы проектирования автоматизированного электропривода	Излагаются принципы формирования технических предложений и технического задания на проектирование. Этапы проектной работы. Рассматриваются вопросы выбора электротехнического оборудования. Дается обзор продукции современных отечественных и зарубежных производителей автоматизированных электроприводов и НКУ
Р3	Правила выполнения электротехнической документа-	Рассматриваются стандарты серии ЕСКД в области разработки электротехнических схем. Особое внимание уделе-

	ции	но правилам выполнения принципиальных автоматизированного схем электропривода, условным обозначениям элементов схем
P4	Современные программные пакеты для разработки проектной документации	Рассматриваются прикладные вопросы проектирования электротехнических устройств в пакетах «Компас» и «EPLAN»

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1

Объем модуля (зач.ед.):55

Объем дисциплины (зач.ед.):4

Семестр обучения:7

Раздел дисциплины			Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																					
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)								
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, конференция, коллоквиум		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*
P1	Стандартизация в области электропривода	15	12	8	4		3	3	2	1																		
P2	Основы проектирования автоматизированного электропривода	23	16	10	6		7	7	4	3																		
P3	Правила выполнения электротехнической документации	42	21	14	7		21	9	5	4		12						1										
P4	Современные программные пакеты для разработки проектной документации	28	19	2		17	9	9	1		8																	

Всего (час):

108

68

34

17

17

40

28

12

8

8

12

12

36

Всего по дисциплине (час.):

144

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Основы работы в пакете Компас	4
P4	2	Основы работы в пакете EPLAN	4
P4	3	Создание баз элементов в пакете EPLAN	1
P4	4	Проектирование систем электропривода	4
P4	5	Проектирование систем технологической автоматики	4

Всего: 17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Работа с международными и государственными стандартами	4
P2	2	Выбор элементной базы НКУ	1
P2	3	Выбор промышленных электроприводов и их комплектующих	2
P2	3	Выбор систем промышленно автоматизи и их комплектующих	2
P3	4	Разработка функциональных и структурных схем	4
P3	4	Разработка принципиальных схем	4

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Задачи, решаемые САД системами.
2. Назначение стандартизации. Виды стандартов.
3. Стандарты ИСО, МЭК. Особенности международной стандартизации.
4. Стандартизация в РФ. ГОСТ, ОСТ, СТП, СТО.
5. Назначение ЕСКД. Состав конструкторской документации.
6. Типы и виды схем.
7. Общие правила выполнения схем.
8. Обозначение элементов на схемах.
9. Обозначение выводов элементов.
10. Обозначение линий связи. Цветовая маркировка жил.
11. Правила выполнения структурных схем. Структурные схемы САР.
12. Правила выполнения функциональных схем. Функциональные схемы САР.
13. Правила выполнения принципиальных схем.
14. Принципиальные схемы релейно-контакторной автоматики.
15. Упрощение изображений на принципиальных схемах. Однолинейное и многолинейное представление. Одиночные линии связи и шины.
16. Адресация устройств и элементов в проекте.
17. Правила выполнения схем соединений и подключений.
18. Правила выполнения кинематических схем.
19. Основные элементы блок-схем алгоритмов. Правила выполнения блок-схем.
20. Правила оформления графической информации. Графики и диаграммы.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Технологии активного обучения	+	+										
	Командная работа		+										
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)												
	Использование презентаций	+											
P2	Технологии активного обу-	+	+										

	чения												
	Командная работа		+										
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)												
P3	Технологии активного обучения	+	+								+		
	Командная работа		+								+		
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)												
	Использование презентаций												
P4	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа			+									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			+									
	Использование презентаций			+									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VII, 1-17	34
Работа на лекциях	VII, 1-17	66
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Работа на практических занятиях	VII, 1-17	34
Выполнение индивидуального или группового проекта	VII, 1-17	66
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям - не предусмотрено		

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям–0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в лабораторных работах</i>	VII, 1-17	50
<i>Выполнение отчетов по лабораторным работам</i>	VII, 1-17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям–0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
<i>Семестр 7</i>	<i>1,0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. 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., 18942]
2. Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник / Г.Д. Крылова .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юнити-Дана, 2015 .— 671 с. — ISBN 978-5-238-01295-7 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114433>.
3. Основы стандартизации, метрологии и сертификации / Ю.П. Зубков .— Москва : Юнити-Дана, 2015 .— 447 с. — ISBN 978-5-238-01173-8 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117687>.
4. EPlan electric P8. Руководство для начинающих [электронное издание]. URL: http://www.eplan-russia.ru/fileadmin/data/ru/Training/BeginnersGuide_P8_ru_RU.pdf (дата обращения 25.11.2016).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Яблонский, Олег Павлович. Основы стандартизации, метрологии, сертификации : учебник / О. П. Яблонский, В. А. Иванова .— Ростов-на-Дону : Феникс, 2004 .— 448 с. [36 экз., 17144]
2. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. — М. : Энергоатомиздат, 1990 .— 288 с. [15 экз., 9598].
3. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. — 2-е изд., испр. и

доп. — Москва : МЭИ, 2004 .— 300 с. [10 экз., 19504].

7.1.3. Методические разработки

1. Разработка проектной документации электротехнических установок в среде EPLAN 21 (методические указания к практическим занятиям)/ А.В. Костылев, Д.В. Мезеушева. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 52с.

7.2. Программное обеспечение

1. Система автоматизированного проектирования «Компас». LT-версия
2. Система автоматизированного проектирования «EPLAN Electric». Education Edition

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	3
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
4.1. Лабораторные работы	7
4.2. Практические занятия	7
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	7
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>7</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>7</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>7</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	<i>7</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>7</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	<i>7</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	8
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	8
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	9
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	9
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	9
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы.....	10
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	10
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7.1. Рекомендуемая литература.....	10
7.1.1. Основная литература	10
7.1.2. Дополнительная литература	10
7.1.3. Методические разработки	11
7.2. Программное обеспечение	11
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	11
7.4. Электронные образовательные ресурсы	11

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	11
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	11
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
ОГЛАВЛЕНИЕ	13

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА, ЧАСТЬ 2

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	Б1.48.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.48.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Метельков Владимир Павлович	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Электро- привод и авто- мати- зация промыш- ленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер про- токола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Электропривод и авто- матизация промышлен- ных установок [читаю- щая, выпускающая ка- федра]			А.В. Костылев	
3	Турбины и двигатели (выпускающая кафед- ра*)			Ю.М. Бродов	

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

В.И. Денисенко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА, ЧАСТЬ 2

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

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

- Обладать готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- Обладать способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);

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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока;

уметь:

- выполнять проектно-конструкторские расчеты при создании электротехнического и электроэнергетического оборудования;

– организовывать монтаж, наладку, испытание и сдачу в эксплуатацию объектов электро-технического и электроэнергетического оборудования;

владеть:

- навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Теория электропривода, ч.2» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 180 уч. часов седьмого семестра.

Изучение данной дисциплины опирается на знание студентами общепрофессиональных и ряда специальных дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Силовая электроника», «Электрические и электронные аппараты», «Теория автоматического управления, часть 1, часть2», «Теория электрического привода, часть1».

Полученные знания и умения используются при изучении специальных дисциплин: «Электропривод типовых механизмов», «Системы управления электроприводами, часть2», «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть2», а также для практической работы бакалавра во время практик и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер
		7
Аудиторные занятия, час	68	68
Лекции, час	34	34
Практические занятия, час	34	34
Лабораторные работы, час	-	-
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	112	112
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	180	180
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	5	5

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Динамика обобщенной разомкнутой электро-механической системы	Исходные положения. Математическое описание и структурные схемы разомкнутых электро-механических систем (на примере дви-

		<p>гателя постоянного тока с независимым возбуждением и двухмассовой механической частью).</p> <p>Обобщенная электромеханическая система с линеаризованной механической характеристикой. Структурная схема. Динамические свойства электропривода с линейной механической характеристикой при жестких механических связях. Частотные характеристики. Влияние соотношения механической и электрической постоянных времени на частотные характеристики.</p> <p>Устойчивость статического режима работы, условия устойчивости при различных видах статического момента нагрузки.</p> <p>Переходные процессы электропривода при различных требованиях к характеру их протекания.</p> <p>Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной характеристикой при скачке задания по скорости, влияние соотношения постоянных времени. Переходные процессы при учете только механической постоянной времени.</p> <p>Переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой при линейном изменении управляющего воздействия. Статическая и динамическая ошибка. Переходные процессы при различных видах статического момента.</p> <p>Переходные процессы электроприводов с асинхронными двигателями. Уравнения и их особенности. Частоты и коэффициенты затухания свободных составляющих. Влияние начальных условий на вид переходных процессов в асинхронных двигателях (пуск, реверс, торможение). Способы ограничения ударных моментов</p>
P2	<p>Регулирование скорости электропривода</p>	<p>Общие положения. Показатели, характеризующие качество регулирования скорости. Диапазон регулирования.</p> <p>Регулирование скорости двигателя постоянного тока. Исходные положения. Способы регулирования, их особенности. Регулирование скорости при изменении напряжения в системе управляемый преобразователь-двигатель. Вли-</p>

		<p>яние обратной связи на вид характеристик. Регулирование скорости изменением магнитного потока. Регулирование скорости при постоянном моменте и постоянной мощности.</p> <p>Регулирование скорости асинхронных двигателей. Способы регулирования и их особенности. Параметрическое регулирование скорости. Частотное регулирование скорости, рациональные законы изменения управляющих воздействий. Каскадные схемы регулирования скорости асинхронного электропривода, их разновидности.</p> <p>Энергетика регулируемого электропривода. Способы и устройства управления, обеспечивающие снижение энергопотребления регулируемых электроприводов. Сравнительный анализ различных способов регулирования скорости по энергетическим показателям.</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач. ед.): 56

Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Семестр обучения: 7

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																				
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Всего (час.)	Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)					
							Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*		Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)
P1	Динамика обобщенной разомкнутой электромеханической системы	57	34	17	17	-	10	5	5	-	-	9	1	1							4	1	1			
P2	Регулирование скорости электропривода	87	34	17	17	-	10	5	5	-	-	39	1	1						1	4	1	1			
Всего (час):		144	68	34	34	-	20	10	10	-	-	76	6	12						30	8	4	4			

Всего по дисциплине (час.): 180

36

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет переходных процессов при прямом пуске двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	2
P1	2	Расчет переходных процессов при сбросе/набросе нагрузки в электроприводе с линейной механической характеристикой	2
P1	3,4	Исследование с помощью компьютерной модели переходных процессов в электроприводе с линейной механической характеристикой	3
P1	5,6	Исследование на физической модели электропривода постоянного тока неуправляемых переходных процессов	4
P1	7,8	Исследование на физической модели электропривода постоянного тока управляемых переходных процессов при линейном изменении управляющего воздействия	4
P1	9	Исследование на физической модели асинхронного электропривода неуправляемых переходных процессов	2
P2	10,11	Расчет возможного диапазона регулирования электроприводов при различных способах регулирования скорости	4
P2	12,13,14	Построение тахограммы и нагрузочной диаграммы электропривода продольно-строгального станка с двухзонным регулированием скорости	5
P2	15,16	Построение тахограммы и нагрузочной диаграммы электропривода нажимного устройства прокатного стана	4
P2	17,18	Построение тахограммы и нагрузочной диаграммы электропривода моталки листопркатного стана с двухзонным регулированием скорости	4

Всего: 34

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Расчет переходных процессов в электроприводе с линейной механической характеристикой при скачке управляющего воздействия.
2. Расчет переходных процессов в электроприводе с линейной механической характеристикой при скачке возмущающего воздействия.
3. Определение диапазона регулирования скорости при заданной величине отклонения момента сопротивления.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Использование уравнений движения электропривода для механизмов с изменяющимся моменте инерции.
2. Сравнение средств и способов регулирования скорости для электроприводов постоянного тока.
3. Сравнение средств и способов регулирования скорости для электроприводов переменного тока.

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

1. Электропривод механизмов крана-штабелера.
2. Электропривод перемещения стола продольно-строгального станка.
3. Электропривод манипулятора прокатного стана.
4. Электропривод трубоволоочильного стана.
5. Электропривод извлекателя оправок трубопрокатного агрегата.
6. Электропривод механизма поворота платформы шагающего экскаватора.
7. Электропривод печного толкателя.
8. Электропривод реверсивного стана холодной прокатки.
9. Электропривод грузового лифта.
10. Электропривод моталки.

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Расчет постоянных времени для электропривода с заданным набором параметров.
2. Построение графика тока якоря от времени по заданным графикам момента двигателя и скорости.

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

1. Методика экспериментального определения электромагнитной и электромеханической постоянных времени.
2. Методика экспериментального исследования переходных процессов в электроприводе постоянного тока.
3. Методика экспериментального исследования переходных процессов в электроприводе с асинхронным двигателем.
4. Методика экспериментального определения диапазона регулирования скорости в электроприводах постоянного и переменного тока.

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Математическое описание и структурная схема электромеханической системы, состоящей из двигателя постоянного тока независимого возбуждения ($\Phi = \Phi_N$) и двухмассовой механической части.
2. Основные показатели, вводимые в рассмотрение при анализе регулируемых по скорости электроприводов.
3. Основные способы регулирования скорости двигателей постоянного тока и их оценка.
4. Математическое описание и структурная схема обобщенной электромеханической системы с линеаризованной механической характеристикой двигателя.
5. Особенности реостатного регулирования скорости двигателей постоянного тока с независимым возбуждением.
6. Математическое описание и структурная схема электромеханической системы при представлении двигателя линеаризованной механической характеристикой и механической части абсолютно жестким звеном.
7. Регулирование скорости двигателей постоянного тока с независимым возбуждением за счет изменения напряжения в системе УП-Д. Структурные схемы. Передаточные функции.
8. Динамические свойства электромеханической системы, описываемой дифференциальным уравнением второго порядка, при соотношении постоянных времени $m < 4$.
9. Влияние обратной связи по скорости на статические механические характеристики регулируемых напряжением двигателей постоянного тока.
10. Особенности регулирования скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменением магнитного потока.
11. Математическое описание, структурная схема, динамические свойства электромеханической системы с абсолютно жестким механическим звеном при описании двигателя линеаризованной механической характеристикой без учета электромагнитной постоянной времени.
12. Основные способы регулирования скорости асинхронных двигателей и их оценка.
13. Устойчивость статического режима работы электропривода.
14. Реостатное регулирование скорости асинхронных двигателей с фазовым ротором.
15. Типовые механические переходные процессы электропривода. Временные диаграммы момента и скорости.
16. Регулирование скорости асинхронного короткозамкнутого двигателя путем изменения амплитуды напряжения первой гармоники.
17. Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой при $\omega_0 = \text{const}$ (режим наброса нагрузки).
18. Особенности частотного регулирования скорости асинхронных двигателей. Энергетика. Законы регулирования. Механические характеристики.
19. Реостатный пуск двигателя с линейной механической характеристикой (на примере двигателя постоянного тока).
20. Регулирование скорости асинхронного двигателя в машинно-вентильном электрическом каскаде. Механические характеристики. Диапазон регулирования.
21. Каскадные схемы регулирования скорости асинхронного электропривода. Типы каскадов и их особенности.
22. Особенности электромеханических переходных процессов электроприводов с короткозамкнутым асинхронным двигателем.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)												
	Использование презентаций	+											
P2	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)												
	Командная работа		+										
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)		+										
	Использование презентаций		+										

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6.		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (25)	VII, 1-9	50
Коллоквиум № 1	VII, 10	15
Коллоквиум № 2	VII, 14	15
Контрольная работа № 1	VII, 1-6	10
Контрольная работа № 2	VII, 7-12	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6.		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4.		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,4.		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий	VII, 10-17	50
Выполнение домашней работы №1	VII, 10-17	10
Выполнение домашней работы №2	VII, 10-17	10
Реферат №1	VII, 10-17	15
Реферат №2	VII, 10-17	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1 тек.прак.		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0 пром.прак.		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта (не речислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время выполнения курсовой работы)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Поиск и анализ источников	VII, 1-6	10
Проведение расчетных работ	VII, 7-12	30
Формирование содержания курсового проекта	VII, 13-15	30
Выполнение графической части работы	VII, 16-17	30
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – к тек.курс.=0,4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – к пром.курс.=0,6		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
<i>Семестр 7</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Чиликин, Михаил Григорьевич. Общий курс электропривода : Учебник для элеткротех. и электроэнерг. вузов / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер .— 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоиздат, 1981 .— 576 с. : ил. ; 21 см. — Предм. указ.: с. 570-571. — Библиогр.: с. 568-569 (43 назв.). — допущено в качестве учебника .— 1.40.

— — 1. Электроприводы — Учебники и пособия.

УДК 62-83(075.8)

Местонахождение и доступность

Отдел (коллекция)	Всего экз.	Свободных экз.	Инвентарный номер	Полочный индекс
Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета				
Книгохранение 1 (научный фонд) (ул. Мира 19)	1	1	0894467	62-8
Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19)	270	265	4344	

7.1.2. Дополнительная литература

1. 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. : ил. — (Высшее образование. Бакалавриат) .— Библиогр.: с. 358-359 (18 назв.). — ISBN 978-5-16-009474-8.

— — 1. Электрический привод. 2. УЧЕБНИКИ. 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД. 4. ЭЛЕКТРОПРИВОД. 5. АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД. 6. СИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД. 7. ВЗАИМОСВЯЗАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД.

УДК 62-83(075.8)

Местонахождение и доступность

Отдел (коллекция)	Всего экз.	Свободных экз.	Инвентарный номер	Полочный индекс
Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета				
Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19)	19	19	23574	62-83
Читальный зал технической литературы (ул. Мира 19)	1	1	1171302	

2. Москаленко, Владимир Валентинович. Электрический привод : учеб. для студентов сред. проф. образования / В. В. Москаленко .— 5-е изд., стер. — Москва : Академия, 2009 .— 368 с. : ил. ; 21 см .— (Среднее профессиональное образование, Электротехника) .— Библиогр.: с. 361-362 (27 назв.). — Допущено в качестве учебника .— ISBN 978-5-7695-6096-5.

— — 1. Электрический привод — Учебники и пособия. 2. электротехника, электрический привод, электроприводы, автоматизированный электропривод, учебники.

УДК 62-83(075.3)

Местонахождение и доступность

Отдел (коллекция)	Всего экз.	Свободных экз.	Инвентарный номер	Полочный индекс
Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета				
Книгохранение 1 (научный фонд) (ул. Мира 19)	1	1	1152684	62-8
Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19)	30	30	20909	
Читальный зал технической	1	1	20909	

3. **Рекус, Григорий Гаврилович.** Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники : учеб. пособие для вузов / Г. Г. Рекус, А. И. Белоусов .— 2-е изд., перераб. — Москва : Высшая школа, 2001 .— 416 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 414 (9 назв.). — без грифа .— ISBN 5-06-003984-6 : 66.00 : 99.25.

— — 1. Электроника — Задачи — Решение. 2. Электротехника — Задачи — Решение. 3. электротехника, электроника, задачи, решение задач, электрические цепи, линейные электрические цепи, нелинейные электрические цепи, постоянный ток, синусоидальный ток, несинусоидальный ток, переходные процессы, промышленная электроника, трехфазные электрические цепи, электрические измерения, магнитные цепи, трансформаторы, электрические машины, асинхронные электродвигатели, электрический привод, электроснабжение, электробезопасность.

УДК 621.3(076)
621.38(076)

Местонахождение и доступность

Отдел (коллекция)	Всего экз.	Свободных экз.	Инвентарный номер	Полочный индекс
Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета				
Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19)	50	50	13434	621.3
Абонемент младших курсов (ул. Мира 34г)	37	33	13434	621.3

7.1.3. Методические разработки

1. Справочные данные по элементам электропривода. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине "Теория электропривода" /И.Я.Браславский, А.М.Зюзов, В.И.Лихошерст, В.П.Метельков, С.И.Шилин. Изд. УГТУ. 1995.

2. Теория электропривода. Методические указания и типовые задания к проекту / И.Я.Браславский, В.П.Метельков, Е.Г.Казаков. Изд. УГТУ. 2008.

7.2. Программное обеспечение

1. Компьютерная программа для исследования с помощью компьютерной модели переходных процессов в электроприводе с линейной механической характеристикой (программа автора).

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Образовательный математический сайт Exponenta.ru: <http://www.exponenta.ru/>

Сайт компании MathWorks: <http://www.mathworks.com/products/demos/>

1. Образовательные ресурсы УрФУ: <http://study.urfu.ru/>

2. Сайт компании Elcut: <http://www.elcut.ru/>

3. Библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>

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

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение

- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА, ЧАСТЬ 2.....	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1. Лабораторные работы	8
4.2. Практические занятия	8
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	9
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>9</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ).....</i>	<i>9</i>
1. <i>Использование уравнений движения электропривода для механизмов с изменяющимся моменте инерции.....</i>	<i>9</i>
2. <i>Сравнение средств и способов регулирования скорости для электроприводов постоянного тока.....</i>	<i>9</i>
3. <i>Сравнение средств и способов регулирования скорости для электроприводов переменного тока.....</i>	<i>9</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	<i>9</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	<i>9</i>
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>9</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>9</i>
1. <i>Расчет постоянных времени для электропривода с заданным набором параметров.....</i>	<i>9</i>
2. <i>Построение графика тока якоря от времени по заданным графикам момента двигателя и скорости.....</i>	<i>9</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	<i>9</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	11
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	12
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	12
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	12
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта	12

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	12
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
7.1. Рекомендуемая литература.....	13
7.1.1. Основная литература	13
7.1.2. Дополнительная литература	13
7.1.3. Методические разработки	14
2. Справочные данные по элементам электропривода. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине "Теория электропривода" /И.Я.Браславский, А.М.Зюзов, В.И.Лихошерст, В.П.Метельков, С.И.Шилин. Изд. УГТУ. 1995.	14
7.2. Программное обеспечение	14
1. Операционная система Windows XP, Windows 7.....	Ошибка! Закладка не определена.
2. Набор компьютерных программ для проведения лабораторных работ по дисциплине «Теория электропривода».	Ошибка! Закладка не определена.
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	14
7.4. Электронные образовательные ресурсы	14
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	14
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	15
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	16

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, ЧАСТЬ 1

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	Б1.38.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.38.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Долж- ность	Кафедра	Подпись
1	Ишматов Закир Шарифович	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, Ч.1

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

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

- Обладать способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
- Готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основы построения систем автоматического управления; основные принципы управления; характеристики типовых звеньев и систем управления в целом; принципы анализа и синтеза линейных систем автоматического управления;

уметь:

- исследовать устойчивость, качество и точность линейных систем; синтезировать регуляторы линейных систем; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой;

владеть:

- навыками исследовательской работы; методами анализа режимов работы систем автоматического управления; навыками разработки и исследования линейных систем автоматического управления.

Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Теория автоматического управления, ч.1» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов пятого семестра.

Дисциплина «Теория автоматического управления» базируется на результатах изучения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Теоретические основы электротехники» первого, второго, третьего и четвертого семестров. Полученные знания и умения используются для практической работы бакалавра во время производственной практики и подготовки выпускной квалификационной работы.

1.3. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.4. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер
		5
Аудиторные занятия	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия	17	17
Лабораторные работы	17	17
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
	Введение	Предмет, цели и задачи дисциплины, связь с другими дисциплинами специальности. Исторические предпосылки развития теории автоматического управления. Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие теории регулирования. Практическое значение и перспективы дальнейшего развития.
P1	Основные понятия теории управления	
P1.T1	Основные понятия и определения. Фундаментальные принципы	Основные понятия теории автоматического управления. Понятие об управлении и его принципах. Основные определения. Фундаментальные принципы управления. Прин-

	управления	цепь обратной связи.
P1.T2	Состав и структуры систем автоматического управления (САУ)	Структура автоматической системы и ее основные элементы. Объект и система управления. Состав системы управления. Классификации объектов по степени полноты априорной информации об их свойствах. Функциональные схемы автоматических систем. Одномерные и многомерные системы.
P1.T3	Классификация систем автоматического управления	Понятие оператора системы. Классификация автоматических систем по характеру ее оператора: линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные, непрерывные и импульсные (дискретные), детерминированные и стохастические. Режимы работы автоматических систем. Адаптивные и оптимальные системы.
P2	Характеристики линейных систем и их элементов	
P2.T1	Основные характеристики линейных систем	Принципы задания характеристик линейных систем по их реакциям на типовые сигналы. Виды типовых сигналов: импульсная функция, единичная ступенчатая функция, показательное воздействие, гармонический сигнал. Весовая и переходная функции, частотная характеристика, передаточная функция. Способы экспериментального определения характеристик линейных систем.
P2.T2	Типовые динамические звенья, структурные схемы	Типовые динамические звенья и их характеристики: передаточные функции и частотные характеристики. Соединения звеньев и систем. Структурные схемы. Структурные преобразования соединений и их характеристики.
P2.T3	Модели динамических систем	Линейная система, описываемая системой дифференциальных уравнений. Переход от одного дифференциального уравнения высокого порядка к системе дифференциальных уравнений первого порядка. Структурные схемы многомерных систем. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем.
P3	Устойчивость, качество и точность линейных систем	
P3.T2	Устойчивость линейных САУ	Определение устойчивости. Общее условие устойчивости. Устойчивость стационарных линейных систем. Критерии устойчивости Рауса, Гурвица, Найквиста и Михайлова в приложении к непрерывным линейным системам. Запасы устойчивости.
P3.T2	Исследование качества линейных САУ	Постановка задачи исследования качества. Способы оценки динамических свойств линейной системы по виду переходной функции. Параметры переходной функции как оценки качества и способы их вычисления. Интегральные оценки качества.
P3.T3	Исследование точности линейных САУ	Установившиеся ошибки линейных систем. Систематические и случайные ошибки. Вычисление систематических ошибок; коэффициенты ошибок, связь коэффициентов ошибок с видом частотной характеристики разомкнутой системы. Вычисление установившейся дисперсии выход-

		ной переменной.
Р4	Синтез линейных САУ	
Р4.Т1	Способы коррекции САУ	Способы коррекции систем автоматического регулирования. Коррекция в современном электроприводе.
Р4.Т2	Методы синтеза САУ	Методы синтеза регуляторов. Синтез регуляторов методом логарифмических частотных характеристик. Синтез последовательных непрерывных корректирующих устройств. Особенности синтеза параллельных корректирующих устройств.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Семестр обучения: 5

Таблица 3.1

Объем модуля (зач.ед.): 56

Объем дисциплины (зач.ед.): 4

Раздел дисциплины			Аудиторные занятия (час.)			Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																												
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)			Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)									
								Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет при отсутствии экзамена	Экзамен	Интегрированная оценка результатов освоения дисциплин модуля	Интегрированный экзамен по модулю	Выполнение и защита проекта по модулю			
	Введение	0,5	0,5	0,5																														
P1	Основные понятия теории управления	3,9	3	3			0,9	0,9	0,9																									
T1	Основные понятия и определения. Фундаментальные принципы управления	1,3	1	1			0,3	0,3	0,3																									
T3	Состав и структуры систем автоматического управления (САУ)	1,3	1	1			0,3	0,3	0,3																									
T3	Классификация систем автоматического управления	1,3	1	1			0,3	0,3	0,3																									
P2	Характеристики линейных систем и их элементов	17,2	12	5	4	3	5,2	3,2	1,2	1	1											2	1											
T1	Основные характеристики линейных систем	2,4	2	2			0,4	0,4	0,4																									
T2	Типовые динамические звенья, структурные схемы САУ	12,4	8	1	4	3	4,4	2,4	0,4	1	1											2	1											
T3	Модели динамических систем	2,4	2	2			0,4	0,4	0,4																									
P3	Устойчивость, качество и точность линейных систем	36,2	24	6	9	9	12,2	4,2	1,2	1,5	1,5			6	1							2	1											
T1	Устойчивость линейных САУ	15,4	6	2	2	2	9,4	1,4	0,4	0,5	0,5			6	1							2	1											
																									Экзамен								7	

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2.T2	1	Преобразование структурных схем	3
P3.T1	2	Исследование устойчивости линейных САУ	2
P3.T2	3	Исследование качества линейных САУ	3
P3.T3	4	Исследование точности линейных САУ	4
P4	5	Синтез линейных САУ	5
		Всего:	17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2.T2	1	Исследование характеристик типовых линейных динамических звеньев	4
P3.T1	2	Исследование устойчивости линейных замкнутых систем	2
P3.T2	3	Исследование влияния параметров типовых звеньев на качество переходных процессов линейной САУ	3
P3.T3	4	Исследование точности линейных стационарных систем	4
P4.T2	5	Синтез регуляторов линейных систем	4
		Всего	17

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Расчет характеристик линейной замкнутой системы

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерная перечень тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Преобразование структурных схем
2. Исследование устойчивости линейной САУ

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Предмет ТАУ и его место в учебном процессе. Исторические сведения.
2. Основные понятия и определения ТАУ. Фундаментальные принципы управления.
3. Классификация САУ.
4. Понятие модели. Дифференциальные уравнения САУ.
5. Типовые воздействия в САУ.
6. Понятие частотной характеристики. Физический смысл АФЧХ.
7. Логарифмические частотные характеристики.
8. Преобразование Лапласа и его свойства.
9. Понятие передаточной функции, ее связь со статическими и динамическими свойствами САУ.
10. Характеристики безынерционного звена.
11. Характеристики интегрирующего звена.
12. Характеристики апериодического звена.
13. Характеристики дифференцирующего звена.
14. Характеристики форсирующего звена.
15. Характеристики реального дифференцирующего звена.
16. Характеристики изодромного звена.
17. Характеристики звена чистого запаздывания.
18. Характеристики колебательного звена.
19. Характеристики консервативного звена.
20. Характеристики апериодического звена 2-го порядка.
21. Типовые соединения звеньев и их передаточные функции.
22. Правила преобразования структурных схем.
23. Понятие устойчивости. Общее условие устойчивости.
24. Алгебраические критерии устойчивости.
25. Частотные критерии устойчивости.
26. Постановка задачи исследования качества.
27. Связь показателей качества переходной функции с формой ЛАЧХ разомкнутой САУ.
28. Оценка влияния звеньев и их параметров на качество САУ.
29. Чувствительность САУ.
30. Постановка задачи исследования установившихся ошибок линейных САУ.
31. Вычисление установившихся систематических ошибок.
32. Характеристики случайных сигналов.
33. Вычисление установившейся дисперсии выходного сигнала САУ.
34. Оценка степени влияния регулярных помех.
35. Способы коррекции САУ. Коррекция в современном электроприводе.
36. Постановка задач синтеза и методы их решения.
37. Синтез последовательного корректирующего устройства частотными методами.
38. Синтез параллельного корректирующего устройства частотными методами.
39. Синтез регуляторов аналитическими методами.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности												
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум	
P1-P4	Методы активного обучения	+											+	
	Проектная работа													
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)													
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)													
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+		+			+						+	
Командная работа		+	+											

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

5 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (25)	V, 1-17	25
Контрольная работа №1	V, 9	35
Контрольная работа № 2	V, 12	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,3.		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий (8)	V, 9-17	50
Домашняя работа №1	V, 14	50

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям– 1 тек. практ.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям– 0 пром. практ.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторной работе №1 -5	V, 9-17	40
Выполнение отчетов по лабораторным работам №1-5	V, 9-17	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - 1 тек. лаб.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0 пром. лаб.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы
не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
<i>Семестр 5</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. [Гайдук А. Р.](#) Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] М.: Лань, 2011. 464 с.
<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2033>.
2. [Ким Д. П.](#) Теория автоматического управления / Д.П. Ким.— Москва: Физматлит, 2007.— 312 с. <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278>>
3. [Ким Д. П.](#) Теория автоматического управления / Д.П. Ким.— 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Физматлит, 2007.— 440 с. —
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69280>>.
4. [Подчукаев В. А.](#) Теория автоматического управления (аналитические методы). Учебник для вузов / В.А. Подчукаев .— Москва : Физматлит, 2005 .— 198 с. — ISBN 978-5-9221-0445-6 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76606>>
5. 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.)

7.1.2. Дополнительная литература

1. Теория автоматического управления: / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев.— Москва: Лань, 2010.— 218 с.
- 2.<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=538>
3. Юревич Е. И. Теория автоматического управления: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Системный анализ и управление" / Е. И. Юревич.— 3-е изд. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2007.— 560 с. Инв. № 19145 (50 экз.)
4. Теория автоматического управления технологическими системами: / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев.— Москва: Машиностроение, 2009.— 336с.

<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=751>

5.Баландин Д.В., Городецкий С.Ю. Классические и современные методы синтеза законов управления по состоянию в примерах: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 146 с. URL:<http://www.vmk.unn.ru/tudm/materials.htm>.

6.Ишматов З.Ш. Микропроцессорное управление электроприводами и технологическими объектами. Полиномиальные методы. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 278 с. Инв. № 19599 (10 экз.).

7.Микропроцессорные системы автоматического управления / [В. А. Бесекерский, Н. Б. Ефимов, С. И. Зиатдинов и др.]; под общ. ред. В. А. Бесекерского.— Москва: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1988.— 364с. Инв. № 7533 (12 экз.)

7.1.3. Методические разработки

Теория автоматического управления. Лабораторный практикум/ З.Ш.Ишматов, Е.Г.Казаков, Д.В.Есаулкова. Екатеринбург: Издательство УрФУ, 2013.

7.2. Программное обеспечение

1. Операционная система Windows XP, Windows 7.
2. Пакет MicrosoftOffice 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).
3. Программа Matlab.

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://elib.ntiustu.ru>

7.4. Электронные образовательные ресурсы

<http://study.urfu.ru> Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, Ч.1	2
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.4. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	6
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
4.1. Лабораторный практикум	9
4.2. Практические занятия	9
4.3. Самостоятельная работа студентов	9
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	9
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	9
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	9
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	9
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	9
4.3.6. <i>Примерная перечень тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)</i>	10
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	10
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	10
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	10
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	11
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 11	
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.	11
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	11
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	12
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	12
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7.1. Рекомендуемая литература.....	12
7.1.1. Основная литература	12
7.1.2. Дополнительная литература.....	12
7.1.3. Методические разработки	13
7.2. Программное обеспечение	13
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	13
7.4. Электронные образовательные ресурсы	13

7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	13
8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	13
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
	ОГЛАВЛЕНИЕ	15

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, ЧАСТЬ 2

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	Б1.43.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.43.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Ишматов Закир Шарифович	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, Ч.2

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

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

- Обладать способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
- Готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основы построения систем автоматического управления; основные принципы управления; характеристики типовых звеньев и систем управления в целом; принципы анализа и синтеза линейных систем автоматического управления;

уметь:

- исследовать устойчивость, качество и точность линейных систем; синтезировать регуляторы линейных систем; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой;

владеть:

- навыками исследовательской работы; методами анализа режимов работы систем автоматического управления; навыками разработки и исследования линейных систем автоматического управления.

Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Теория автоматического управления, ч.2» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 144 уч. часов шестого семестра.

Дисциплина «Теория автоматического управления» базируется на результатах изучения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Теоретические основы электротехники» первого, второго, третьего и четвертого семестров. Полученные знания и умения используются для практической работы бакалавра во время производственной практики и подготовки выпускной квалификационной работы.

1.3. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.4. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер	
		6	
Аудиторные занятия	68	68	
Лекции	34	34	
Практические занятия	17	17	
Лабораторные работы	17	17	
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	76	76	
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э	
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	144	144	
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	4	4	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Описание и исследование систем в пространстве состояний	
P1.T1	Понятие пространства состояний.	Вектор состояний. Описание систем в пространстве состояний. Структурные схемы многомерных систем. Матричные передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем.
P1.T2	Исследование устойчивости в пространстве состояний	Принципы исследования устойчивости в пространстве состояний. Характеристическое уравнение, собственные числа.

P1.T3	Управляемость и наблюдаемость. Синтез модального регулятора	Понятие об управляемости и наблюдаемости автоматических систем, их физический смысл. Постановка задачи синтеза регуляторов в пространстве состояний. Понятие об оптимальных фильтрах и модальном управлении.
P2	Нелинейные системы автоматического управления	
P2.T1	Понятие нелинейных систем	Основные свойства нелинейных систем. Типовые нелинейности. Фазовые траектории и особые точки нелинейных систем.
P2.T2	Методы линеаризации	Методы линеаризации нелинейностей: разложение в ряд, гармоническая, статистическая. Линеаризованные структурные схемы нелинейных систем. Техническая линеаризация.
P2.T3	Устойчивость нелинейных систем	Общее понятие (определение) устойчивости. Условия абсолютной устойчивости. Исследование устойчивости методом гармонической линеаризации.
P2.T4	Исследование качества и точности нелинейных систем	Постановка задачи и методы исследования качества и точности нелинейных систем.
P3	Цифровые системы автоматического управления	
P3.T1	Особенности цифровых систем, математический аппарат	Дискретное преобразование Лапласа. Дискретные передаточные функции разомкнутых и замкнутых цифровых систем.
P3.T2	Анализ цифровых систем	Постановка задачи и методы анализа устойчивости, качества и точности цифровых систем
P3.T3	Методы синтеза цифровых систем	Обзор методов синтеза цифровых систем. Метод непрерывного аналога, частотные методы. Аналитический синтез регуляторов с использованием полиномиального метода.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач.ед.):56

Объем дисциплины (зач.ед.): 4

Семестр обучения: 6

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)																			
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*			Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*																
P1	Описание и исследование систем в пространстве состояний	21, 2	16	8	5	3	5,2	3,2	1,6	1	0,6									2	1																						
T1	Понятие пространства состояний.	3,6	3	3			0,6	0,6	0,6																																		
T2	Исследование устойчивости в пространстве состояний	6,8	4	2	2		2,8	0,8	0,4	0,4											2	1																					
T3	Управляемость и наблюдаемость. Синтез модального регулятора	10, 8	9	3	3	3	1,8	1,8	0,6	0,6	0,6																																
P2	Нелинейные системы автоматического управления	17, 6	13	8	2	3	4,6	2,6	1,6	0,4	0,6		2	1																													
T1	Понятие нелинейных систем	2,4	2	2			0,4	0,4	0,4																																		
T2	Методы линеаризации	8,4	7	2	2	3	1,4	1,4	0,4	0,4	0,6																																
T3	Устойчивость нелинейных систем	2,4	2	2			0,4	0,4	0,4																																		
T4	Исследование качества и точности нелинейных систем	4,4	2	2			2,4	0,4	0,4				2	1																													

РЗ	Цифровые системы автоматического управления	69,2	39	18	10	11	30,2	8,2	3,6	2,2	2,4		22	1					1								
T1	Особенности цифровых систем, математический аппарат	30,8	9	6		3	21,8	1,8	1,2		0,6		20						1								
T2	Анализ цифровых систем	18,8	14	8	6		4,8	2,8	1,6	1,2			2	1													
T3	Методы синтеза цифровых систем	19,6	16	4	4	8	3,6	3,6	0,8	1	1,8																
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	108	68	34	17	17	40	14	6,8	3,6	3,6		24	4					20		2	2				36	
	Всего по дисциплине (час.):	144	68				76																			36	

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2.T2	1	Исследование методов линеаризации нелинейностей	3
P3.T1	2	Исследование процессов квантования по времени и уровню в цифровых системах	3
P3.T3	3	Синтез цифровых регуляторов традиционными методами	4
P3.T3	4	Синтез цифровых регуляторов методом полиномиальных уравнений	4
P1.T3	5	Исследование методики синтеза модального регулятора	3
		Всего:	17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1.T2	1	Исследование устойчивости в пространстве состояний	2
P1.T3	2	Синтез модального регулятора	3
P2.T2	3	Исследование методов линеаризации	2
P3.T2	4	Анализ цифровых систем	6
P3.T3	5	Синтез регуляторов цифровых систем	4
		Всего	17

4.3. Самостоятельная работа студента

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Исследование абсолютной устойчивости нелинейной системы
2. Исследование устойчивости, качества и точности цифровой системы

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

Расчет системы автоматического управления электроприводом

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

Исследование систем в пространстве состояний

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Общая характеристика нелинейных систем. Типовые нелинейности
2. Техническая линеаризация нелинейностей
3. Линеаризация нелинейностей разложением в ряд Тейлора
4. Метод статистической линеаризации нелинейностей
5. Метод гармонической линеаризации нелинейностей
6. Фазовые траектории и особые точки нелинейных систем
7. Исследование устойчивости нелинейных систем разложением в ряд
8. Исследование устойчивости нелинейных систем методом гармонической линеаризации
9. Абсолютная устойчивость. Критерий Попова
10. Исследование качества нелинейных систем
11. Исследование точности нелинейных систем
12. Принципы синтеза нелинейных систем
13. Общая характеристика цифровых (микропроцессорных) систем управления
14. Понятие импульсных и цифровых систем
15. Дискретное преобразование Лапласа (Z-преобразование) и его свойства
16. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых импульсных систем
17. Квантование сигналов по времени и уровню.
18. Экстраполятор как элемент цифровых систем управления
19. Частотные характеристики цифровых систем
20. Связь между законом управления и передаточной функцией цифрового регулятора
21. Исследование устойчивости цифровых систем
22. Исследование качества цифровых систем
23. Исследование точности цифровых систем
24. Методы синтеза цифровых систем
25. Пространство состояний. Основные понятия и определения
26. Основные операции с матрицами
27. Описание замкнутой системы в пространстве состояний
28. Описание в пространстве состояний системы, заданной передаточной функцией
29. Управляемость САУ
30. Наблюдаемость САУ
31. Исследование устойчивости в пространстве состояний
32. Исследование качества в пространстве состояний
33. Метод модального управления. Стандартные распределения корней
34. Методика синтеза модального регулятора

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P4	Методы активного обучения	+										+	
	Проектная работа												
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)												
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	+		+		+					+	+	
Командная работа		+	+										

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (25)	VI, 1-17	50
Контрольная работа №1 (Исследование систем в пространстве состояний)	VI, 9	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,3.		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий (8)	VI, 9-17	50
Домашняя работа №1 (Исследование абсолютной устойчиво-	VI, 10	20

сти нелинейной системы)		
Домашняя работа №2 (Исследование устойчивости, качества и точности цифровой системы)	VI, 16	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям– 1 тек. практ.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям– 0 пром. практ.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторной работе №1 -5	VI, 9-17	40
Выполнение отчетов по лабораторным работам №1-5	VI, 9-17	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - 1 тек. лаб.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0 пром.лаб.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Поиск и анализ источников	VI, 1-2	10
Проведение расчетных работ	VI, 3-4	40
Проведение эксперимента	VI, 5-8	40
Формирование содержания курсовой работы	VI, 9-12	10
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы – 0,6		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы – защиты – 0,4		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – k сем. n
<i>Семестр 6</i>	<i>1.0</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] М.: Лань, 2011. 464 с. <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2033>.
2. Ким Д. П. Теория автоматического управления / Д.П. Ким.— Москва: Физматлит, 2007.— 312 с. <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278>
3. Ким Д. П. Теория автоматического управления / Д.П. Ким.— 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Физматлит, 2007.— 440 с. — <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69280>.
4. Подчукаев В. А. Теория автоматического управления (аналитические методы). Учебник для вузов / В.А. Подчукаев .— Москва : Физматлит, 2005 .— 198 с. — ISBN 978-5-9221-0445-6 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76606>

5. 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.)

7.1.2. Дополнительная литература

6. Теория автоматического управления: / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев.— Москва: Лань, 2010.— 218 с.
7. <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=538>
8. Юревич Е. И. Теория автоматического управления: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Системный анализ и управление" / Е. И. Юревич.— 3-е изд. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2007.— 560 с. Инв. № 19145 (50 экз.)
9. Теория автоматического управления технологическими системами: / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев.— Москва: Машиностроение, 2009.— 336с.
<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=751>
10. Баландин Д.В., Городецкий С.Ю. Классические и современные методы синтеза законов управления по состоянию в примерах: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 146 с. URL:<http://www.vmk.unn.ru/tudm/materials.htm>.
11. Ишматов З.Ш. Микропроцессорное управление электроприводами и технологическими объектами. Полиномиальные методы. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 278 с. Инв. № 19599 (10 экз.).
12. Микропроцессорные системы автоматического управления / [В. А. Бесекерский, Н. Б. Ефимов, С. И. Зиатдинов и др.]; под общ. ред. В. А. Бесекерского.— Москва: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1988.— 364с. Инв. № 7533 (12 экз.)

7.1.3. Методические разработки

1. Современная теория управления. Лабораторный практикум/ З.Ш.Ишматов, Е.Г.Казаков, Д.В.Мезеушева. Екатеринбург: Издательство УГТУ, 2006. 51 с.
2. Теория автоматического управления. Методические указания и типовые задания к курсовой работе по дисциплине «Теория автоматического управления» / З.Ш.Ишматов, Е.Г.Казаков, Д.В.Есаулкова. Екатеринбург: Издательство УГТУ, 2014. 52 с.
3. Методы синтеза микропроцессорных систем автоматического управления электроприводами. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ З.Ш.Ишматов, Е.Г.Казаков, А.В.Кириллов. Екатеринбург: Издательство УГТУ, 1999.

7.2. Программное обеспечение

Пакет Matlab 6.0 или выше

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

не используются

7.4. Электронные образовательные ресурсы

Образовательные ресурсы УрФУ: <http://urfu.ru/study/resources/>

Образовательный математический сайт Exponenta.ru: <http://www.exponenta.ru/>

Сайт компании MathWorks: <http://www.mathworks.com/products/demos/>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, Ч.2	3
1.1. Цели дисциплины.....	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
1.3. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:.....	4
1.4. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
ОПИСАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ В ПРОСТ-РАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ	4
ПОНЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ.	4
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ	4
НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	5
ПОНЯТИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ	5
УСТОЙЧИВОСТЬ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ	5
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА И ТОЧНОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ	5
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	5
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины.....	5
ОПИСАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ	6
ПОНЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ.	6
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ	6
НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	6
ПОНЯТИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ	6
УСТОЙЧИВОСТЬ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ	6
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА И ТОЧНОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ	6
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	7
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
4.1. Лабораторные работы.....	8
4.2. Практические занятия.....	8
4.3. Самостоятельная работа студента.....	8
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	8
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	8

4.3.3.	<i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	8
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	8
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	9
4.3.6.	<i>Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)</i>	9
4.3.7.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	9
4.3.8.	<i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	9
4.4.	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	9
5.	СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	10
6.	ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 10	
6.1.	Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.	10
6.2.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)	10
6.3.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы	11
6.4.	Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)	11
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7.1.	Рекомендуемая литература	11
7.1.1.	Основная литература	11
7.1.2.	Дополнительная литература	12
7.1.3.	Методические разработки	12
7.2.	Программное обеспечение	12
7.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	12
7.4.	Электронные образовательные ресурсы	12
7.5.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	12
8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием	13
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
	ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА, Часть 1

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	Б1.41.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.41.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Метельков В.П.	К.т.н., доцент	Доцент	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

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

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОЛА, Ч.1

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- 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).

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

- Обладать готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- Обладать способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

1.1.3. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- главные особенности механической части электропривода; электромеханические свойства двигателей различных типов, основы теории нагрева двигателей и проверки их теплового состояния;

уметь:

- рассчитывать естественные и искусственные характеристики электромеханических преобразователей; законы движения механической части электропривода; нагрузочные диаграммы электропривода;

владеть:

- навыками и опытом деятельности: в вопросах, связанных с выбором электродвигателей для основных производственных механизмов, их проверкой по нагреванию и перегрузке, с режимами их работы.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Теория электропривода, ч.1» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов шестого семестра.

Дисциплина «Теория электропривода, часть 1» является одной из основных в формировании компетенций бакалавров, специализирующихся в области электропривода и автоматики.

В ней рассматриваются следующие разделы:

- Расчетные схемы механической части электропривода, типовые статические нагрузки электропривода, уравнения движения механической части, вид механические переходные процессы электропривода, динамические нагрузки электропривода.

- Механические и электромеханические характеристики различных типов двигателей.

- Критерии оценки экономичности преобразования и потребления электроэнергии, анализ потерь в установившихся и переходных режимах, нагрев и охлаждение электрической машины, классификация режимов работы двигателей по нагреванию, методы проверки двигателей по нагреванию.

Полученные знания и умения используются для практической работы бакалавра во время производственной практики и подготовки выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего час.	Учебные семестры, номер
		6
Аудиторные занятия	51	51
Лекции	34	34
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	17	17
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.		108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие сведения об электроприводе	Определение понятия «электропривод»; Функции элементов системы электропривода
P2	Основы механики электропривода	Уравнение движения электропривода; Приведение моментов и моментов инерции к валу двигателя; Механические характеристики двигателей и механизмов; Механические переходные процессы в электроприводе с одномассовой механической частью; Механические переходные процессы в электроприводе с двухмассовой механической частью
P3	Электромеханические свойства электрических двигателей	Двигатель постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением; Асинхронный двигатель; Синхронный двигатель; Вентильно-индукторный двигатель; Шаговый двигатель
P4	Энергетика электропривода	Общие сведения; Анализ потерь в установившихся режимах; Анализ потерь в переходных режимах
P5	Элементы проектирования электроприводов	Основные принципы проектирования электроприводов; Модель нагрева электродвигателя; Режимы работы электродвигателей с точки зрения нагревания; Выбор электродвигателя; Проверка электродвигателя

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1

Объем модуля (зач.ед.):56

Объем дисциплины (зач.ед.):3

Семестр обучения: 6

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)	Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																		
			Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)					Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)																
Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие							Лабораторное занятие	Или семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*		Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен	Интегрированная оценка результатов освоения дисциплин модуля	Интегрированный экзамен по модулю	Выполнение и защита проекта по модулю							
P1	Общие сведения об электроприводе	5	4	4			1	1	1																												
P2	Основы механики электропривода	28	12	8		4	16	11	7		4			3	1									2	1												
P3	Электромеханические свойства электрических двигателей	35	17	8		9	18	15	7		8			3	1																						
P4	Энергетика электропривода	12	6	6			6	6	6																												
P5	Элементы проектирования электроприводов	24	12	8		4	12	10	7		3												2	1													
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	104	51	34		17	53	43	28		15			6	6								4	4													
	Всего по дисциплине (час.):	108	51				57																4														

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	"Идентификация параметров двухмассовой модели механической части электропривода"	4
P3	2	"Исследование электромеханических свойств двигателя постоянного тока с независимым возбуждением"	4
P3	3	"Исследование электромеханических свойств асинхронного двигателя"	5
P5	4	"Исследование тепловых переходных процессов в электрическом двигателе"	4

Всего: 17

4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Задание 1. Определить приведенные к валу двигателя момент инерции и момент сопротивления при подъеме и опускании груза.

Задание 2. Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения рассчитать и построить искусственные механические характеристики и определить потери в якорной цепи при обеспечении работы электропривода с заданными значениями скорости и момента.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Расчет времени пуска и торможения электропривода;

2. Проверка по нагреву электродвигателя при работе с заданной нагрузочной диаграммой.

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Структурная схема автоматизированного электропривода и ее составляющие.
2. Приведение к валу двигателя момента сопротивления рабочего механизма.
3. Приведение к валу двигателя момента инерции рабочего механизма.
4. Уравнение движения электропривода при одномассовой и двухмассовой механической части.
5. Типы статических нагрузок электропривода.
6. Вывод и анализ уравнения механической характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
7. Режимы работы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
8. Вывод и анализ механической характеристики асинхронного двигателя.
9. Режимы работы асинхронного двигателя.
10. Электромеханические свойства синхронного двигателя.
11. Потери энергии в электроприводе при установившемся режиме и в переходных процессах.
12. Нагрев и охлаждение электродвигателя.
13. Типовые режимы работы электропривода с точки зрения нагревания электродвигателя.
14. Способы проверки электродвигателя с точки зрения нагревания.

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P5	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа			+									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)					+					+		
	Использование презентаций	+		+									
	Технологии активного обучения	+		+									
	Командная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)												

Технологии активного обучения	+												
Командная работа													
Использование презентаций													

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VI, 1-17	30
Контрольная работа №1 (Расчет времени пуска и торможения электропривода)	VI, 5	35
Контрольная работа № 2 (Проверка по нагреву электродвигателя при работе с заданной нагрузочной диаграммой)	VI, 9	35
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – Зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных работах №1-4 (4)	VI, 10-16	20
Выполнение отчетов по лабораторным работам №1-4 (4)	VI, 17	20
Домашняя работа №1 (Определение приведенных к валу двигателя момента инерции и момента сопротивления при подъеме и опускании груза)	VI, 10	30
Домашняя работа №2 (Расчет и построение искусственных механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения и определение потерь в якорной цепи при обеспечении работы электропривода с заданными значениями скорости и момента)	VI, 14	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1 тек. лаб.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0 пром. лаб.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы – не предусмотрено

рено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 6	1.0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Чиликин, Михаил Григорьевич. Общий курс электропривода : Учебник для элеткромех. и электро-энерг. вузов / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер .— 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоиздат, 1981 .— 576 с. : ил. ; 21 см .— Предм. указ.: с. 570-571. — Библиогр.: с. 568-569 (43 назв.). — допущено в качестве учебника .— 1.40.

— — 1. Электроприводы — Учебники и пособия.

УДК 62-83(075.8)

Местонахождение и доступность

Отдел (коллекция)	Всего экз.	Свободных экз.	Инвентарный номер	Полочный индекс
Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета				
Книгохранение 1 (научный фонд) (ул. Мира 19)	1	1	0894467	62-8
Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19)	270	265	4344	

7.1.2. Дополнительная литература

1. 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. : ил. — (Высшее образование. Бакалавриат) .— Библиогр.: с. 358-359 (18 назв.) .— ISBN 978-5-16-009474-8.

— — 1. Электрический привод. 2. УЧЕБНИКИ. 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД. 4. ЭЛЕКТРОПРИВОД. 5. АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД. 6. СИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД. 7. ВЗАИМОСВЯЗАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД.

УДК 62-83(075.8)

Местонахождение и доступность

Отдел (коллекция)	Всего экз.	Свободных экз.	Инвентарный номер	Полочный индекс
Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета				
Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19)	19	19	23574	62-83
Читальный зал технической литературы (ул. Мира 19)	1	1	1171302	

2. Москаленко, Владимир Валентинович. Электрический привод : учеб. для студентов сред. проф. образования / В. В. Москаленко .— 5-е изд., стер. — Москва : Академия, 2009 .— 368 с. : ил. ; 21 см .— (Среднее профессиональное образование, Электротехника) .— Библиогр.: с. 361-362 (27 назв.). — Допущено в качестве учебника .— ISBN 978-5-7695-6096-5.

— — 1. Электрический привод — Учебники и пособия. 2. электротехника, электрический привод, электроприводы, автоматизированный электропривод, учебники.

УДК 62-83(075.3)

Местонахождение и доступность

Отдел (коллекция)	Всего	Свободных	Инвентарный	Полочный
-------------------	-------	-----------	-------------	----------

	экз.	экз.	номер	индекс
Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета				
Книгохранение 1 (научный фонд) (ул. Мира 19)	1	1	1152684	62-8
Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19)	30	30	20909	
Читальный зал технической литературы (ул. Мира 19)	1	1	20909	

3. **Рекус, Григорий Гаврилович.** Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники : учеб. пособие для вузов / Г. Г. Рекус, А. И. Белоусов .— 2-е изд., перераб. — Москва : Высшая школа, 2001 .— 416 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 414 (9 назв.). — без грифа .— ISBN 5-06-003984-6 : 66.00 : 99.25.

— — 1. Электроника — Задачи — Решение. 2. Электротехника — Задачи — Решение.
3. электротехника, электроника, задачи, решение задач, электрические цепи, линейные электрические цепи, нелинейные электрические цепи, постоянный ток, синусоидальный ток, несинусоидальный ток, переходные процессы, промышленная электроника, трехфазные электрические цепи, электрические измерения, магнитные цепи, трансформаторы, электрические машины, асинхронные электродвигатели, электрический привод, электроснабжение, электробезопасность.

УДК 621.3(076)
621.38(076)

Местонахождение и доступность

Отдел (коллекция)	Всего экз.	Свободных экз.	Инвентарный номер	Полочный индекс
Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета				
Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19)	50	50	13434	621.3
Абонемент младших курсов (ул. Мира 34г)	37	33	13434	621.3

7.1.3. Методические разработки

Не используются

7.2. Программное обеспечение

1. Компьютерная программа для проведения лабораторных работ по учету анализа влияния параметров механической части электропривода на процессы в многомассовой системе (программа автора).

2. Компьютерная программа для проведения лабораторных работ по исследованию тепловых переходных процессов в электрическом двигателе (программа автора).

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://library.ustu.ru> Библиотека УрФУ
2. <http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОЛА,	
Ч.1 3	
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
4.1. Лабораторные работы	7
4.2. Практические занятия	7
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	7
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>7</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>7</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>7</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов).....</i>	<i>7</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>7</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>7</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	8
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	8
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ 9	
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	9
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	9
6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы – не предусмотрено	9
6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	10
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7.1. Рекомендуемая литература.....	10
7.1.1. Основная литература	10
7.1.2. Дополнительная литература.....	10
7.1.3. Методические разработки	10
7.2. Программное обеспечение	11
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	11

7.4. Электронные образовательные ресурсы	11
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	11
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	12
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
ОГЛАВЛЕНИЕ	13

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОПРИВОД ТИПОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

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	Б1.31
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.31

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Нестеров Константин Евгеньевич	Канд. техн. наук, —	Доцент	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОПРИВОД ТИПОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ:

- Выбирать и эффективно использовать оборудование, инструменты и методы для решения инженерных проблем (ИК-4).

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

- способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4).

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

- способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-3);

- 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).

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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные требования нормативной документации в своей профессиональной области;

- классификацию, назначение, основные схмотехнические решения устройств силовой электроники.

уметь:

- самостоятельно анализировать научную литературу;

- выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним технические расчеты

владеть:

- методами расчета параметров электроэнергетических устройств и электроустановок, электроэнергетических сетей и систем, систем электроснабжения, релейной защиты и автоматики;
- методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах;
- методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов.
- методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Электропривод типовых механизмов» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 72 уч. часов восьмого семестра.

Дисциплина тесно связана с такими дисциплинами как «Теоретические основы электротехники», «Теория автоматического управления, часть 1, часть 2», «Системы управления электроприводами часть 1, часть 2», «Информатика 2», «Вычислительная техника», «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 1, часть 2», «Элементы систем автоматики». Полученные знания и умения используются для практической работы бакалавра во время практик и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей зачета.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		8
Аудиторные занятия, час.	16	16
Лекции, час.	16	16
Практические занятия, час.	-	-
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	56	56
Вид промежуточного контроля (Э, З)	-	3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	72	72
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	2	2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Общие сведения об электрическом приводе	Классификация электроприводов, двигатели постоянного тока, асинхронные двигатели, шаговые двигатели.

P2	Автоматизированный электропривод кранов	Типы кранов, их классификация, требования к их механизмам, технические характеристики. Классификация способов управления. Методы расчёта и выбора двигателей для механизмов кранов. Способы снижения потерь. Схемы управления крановыми механизмами. Бесконтактная система управления постоянного и переменного тока. Специальные схемы управления, защиты и блокировки.
P3	Автоматизированный электропривод насосов, вентиляторов, компрессоров	Конструктивные особенности механизмов. Расчёт и выбор двигателей. Регулирование производительности. Методы снижения электрических потерь. Автоматизация насосных, вентиляторных и компрессорных установок. Специальные средства контроля.
P4	Синтез логических алгоритмов	Основы алгебры логики. Синтез комбинационных функций. Синтез последовательностных функций.
P5	Реализация логических алгоритмов	Реализация дискретных управляющих устройств. Программируемые логические контроллеры. Языки программирования промышленных контроллеров.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Таблица 3.1.

Объем модуля (зач. ед.): 55

Объем дисциплины (зач.ед.): 2

Семестр обучения: 8

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)		Виды, количество и объемы мероприятий																					
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)					
							Всего	Лекции	Практ., семинар.занятия	Лабораторные работы	Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)
P1	Общие сведения об электрическом приводе	16	5	5			9	9												2	1				
P2	Автоматизированный электропривод кранов	14	2	2			6	6			6	1													
P3	Автоматизированный электропривод насосов, вентиляторов, компрессоров	14	2	2			6	6			6	1													
P4	Синтез логических алгоритмов	14	5	5			9	9																	
P5	Реализация логических алгоритмов	10	2	2			6	6												2	1				
Всего (час):		68	16	16			36	36			12	12								4	4				

Всего по дисциплине (час.): 72

4

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

не предусмотрено

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

1. Выбор двигателя для механизма подъема крана.
2. Выбор двигателя для механизма передвижения тележки крана.
3. Выбор двигателя для механизма передвижения моста крана.
4. Выбор двигателя для центробежного насоса.
5. Расчёт характеристики центробежного насоса, работающего на пониженной скорости.
6. Расчёт суммарной характеристики насосов, работающих параллельно.
7. Определение рабочей точки центробежного насоса, работающего на магистраль.

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

не предусмотрено

4.3.6. *Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)*

не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

1. Расчет и построение механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
2. Расчет и построение механической характеристики асинхронного двигателя.
3. Определение алгоритма работы и реализация логического управляющего устройства.

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Расчет моментов сопротивления для механизмов подъема. Силовой и тормозной спуск.
2. Расчет моментов сопротивления для механизмов горизонтального передвижения. Выбор допустимого ускорения.
3. Вопросы ограничения динамических моментов крановых механизмов.
4. Тормозные устройства крановых механизмов.
5. «Синхронный вал» при использовании вспомогательных машин
6. Поршневые насосы и компрессоры. Выбор двигателя, способы регулирования производительности.
7. Современная схема управления насосной станцией.
8. Регулирование производительности механизмов с вентиляторным моментом на валу. Общие рекомендации по выбору электропривода.
9. Вопросы экономии электроэнергии в механизмах вентиляторного типа.
10. Способы получения пониженных скоростей в электроприводах постоянного тока.

11. Способы получения пониженных скоростей в электроприводах переменного тока.
12. Шаговые электродвигатели.
13. Основные законы алгебры логики.
14. Синтез комбинационных алгоритмов.
15. Синтез последовательностных алгоритмов.
16. Реализация логических устройств на основе программируемого контроллера.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P5	Технологии активного обучения	+											
	Командная работа												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)					+						+	
	Использование презентаций	+											

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

8 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1,0		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VIII, 1-8	45
Выполнение контрольной работы № 1	VIII, 1-8	10
Выполнение контрольной работы № 2	VIII, 1-8	15
Выполнение домашней работы № 1	VIII, 1-8	15
Выполнение домашней работы № 2	VIII, 1-8	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – Зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям –		

0,4

2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены

3. Лабораторные занятия: не предусмотрены

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Не предусмотрено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Ключев В.И. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов / В.И. Ключев, В.М. Терехов. М.: Энергия, 1980. (23 экз.)
2. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. М.: Академия, 2004. 576 с. (54 экз.)
3. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации / М. П. Белов, О. И. Зементов, А. Е. Козярук и др.; под ред. В. А. Новикова, Л. М. Чернигова. М.: Academia, 2006. 368 с. Инв. № 18942 (48 экз.).

7.1.2. Дополнительная литература

4. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И.Я. Браславский, Ишматов, В.Н. Поляков; под ред. И.Я. Браславского. М.: Издательский дом «Академия», 2004. (10 экз.)
5. Лезнов, Б. С. Методика оценки эффективности применения регулируемого электропривода в водопроводных и канализационных насосных установках : / Лезнов Б.С. — Москва : Машиностроение, 2011. — ISBN 978-5-94275-573-7. — <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2015 >.
6. Епифанов, А.П. Электропривод. [Электронный ресурс] / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 400 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3812>
7. Крылов, Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод. [Электронный ресурс] / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 176 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/10251>
8. Фролов, Ю.М. Проектирование электропривода промышленных механизмов. [Электронный ресурс] / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/44766>
9. Ильинский Н.Ф., Основы электропривода. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2007. — 224 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72258>
10. Даниленко, Ю.И. Типовые схемы автоматического управления электроприводами. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 18 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/52434>
11. Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов: учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Ставрополь: СтГАУ, 2012. — 240 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/61096>
12. Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие. [Электронный ресурс] / В.Б. Терехин,

Ю.Н. Дементьев. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/82848>

12. Анучин, А.С. Системы управления электроприводов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2015. — 373 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72285>

7.1.3 Методические разработки

не используются

7.2. Программное обеспечение

1. Scilab – программное обеспечение для инженерных и научных расчетов.
<http://www.scilab.org/>

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Техническая документация фирмы Siemens по логическим контроллерам LOGO! Программное обеспечение Totally integrated automation. Siemens. Департамент техники автоматизации и приводов. Москва. 2008.
2. Техническая документация фирмы Schneider Electric по логическим контроллерам Zelio. Программное обеспечение Zelio-soft. Демо-версия. Schneider Electric. Москва. 2006.
3. <http://study.urfu.ru/>
4. <http://ru.wikipedia.org>
5. <http://iadt.siemens.ru>

7.4. Электронные образовательные ресурсы

не используются

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении.

**9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОПРИВОД ТИПОВЫХ МЕХАНИЗМОВ.....	2
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
4.1. Лабораторные работы	7
4.2. Практические занятия	7
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	7
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>7</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>7</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>7</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	<i>7</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>7</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>7</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	<i>7</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	7
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	8
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	8
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	8
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	8
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
7.1. Рекомендуемая литература.....	9
7.1.1. Основная литература	9
7.1.2. Дополнительная литература	9
7.2. Программное обеспечение	10
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	10
7.4. Электронные образовательные ресурсы	10
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	10
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....10

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ11

ОГЛАВЛЕНИЕ.....12

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 «Техника высоких напряжений»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

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	Б1.40.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.40.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Шалина Елена Павловна	К.п.н.	Доцент	Техника высоких напряжений	

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			О.В. Комаров	
2	Техника высоких напряжений [читающая кафедра]			И.В. Черных	
3	Электропривод и автоматизация промышленных установок [выпускающая кафедра]			А.В. Костылев	
4	Турбины и двигатели [выпускающая кафедра]			Ю.М. Бродов	

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Рабочая программа дисциплины 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
13.02.03	Электроэнергетика и электротехника	03.09.2015	955

1.1. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1).
- Быть способным проектировать элементы оборудования и технологических схем для решения конкретных производственных задач (ИК-3).

1.1.2. 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 результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- физические основы формирования режимов электропотребления, методов и практических приемов расчета электрических нагрузок отдельных элементов и систем электроснабжения в целом, методов выбора и расстановки компенсирующих и регулирующих устройств;
- условия и особенности работы нагрузок и источников электрической энергии;

уметь:

- выполнять расчеты распределения потоков мощности в электрической сети и других стандартных задач электроэнергетики;
- рассчитывать интегральные характеристики режимов, показатели качества электроэнергии, показатели уровня надежности электроснабжения;
- выбирать коммутационную и защитную аппаратуру на проектируемом энергообъекте;

владеть:

- методами решения задач распределения потоков мощности в электрической сети и других стандартных задач электроэнергетики;
- методами выбора параметров оборудования систем электроснабжения и выбора параметров регулирующих и компенсирующих устройств, схем электроснабжения объектов различного назначения;

- методами расчета токов симметричных и несимметричных коротких замыканий в электрических сетях;
- методами выбора токопроводящих частей и защитных электрических аппаратов.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Энергоснабжение» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 108 уч. часов шестого семестра.

Дисциплина «Электроснабжение» является одной из основных в формировании компетенций бакалавров, специализирующихся в области электропривода и автоматики.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего час.	Учебные семестры, номер
		6
Аудиторные занятия	51	51
Лекции	34	34
Практические занятия	17	17
Лабораторные работы		
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.		108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Режимы работы нейтрали	
P1.T1		Режимы работы нейтралей электроустановок. Работа электроустановок с изолированной нейтралью. Сети с глухозаземленной нейтралью. Работа электроустановок с резонансно-заземленными нейтральями
P1.T2		Классификация систем заземления электроустановок зданий до 1000 В
P2	Расчет электрических нагрузок отделений и цеха промышленного предприятия	
P2.T1		Метод упорядоченных диаграмм
P2.T2		Расчет электрических нагрузок низшего напряжения

P2.T3		Расчет электрических нагрузок высокого напряжения
P3	Выбор числа и мощности трансформаторов на ГКС	
P3.T1		Общие требования к цеховым трансформаторным подстанциям
P3.T2		Методика выбора числа и мощности трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций
P4.	Выбор элементов внешнего электроснабжения ГКС	
P4.T1		Выбор напряжения внешнего электроснабжения
P4.T2		Выбор мощности трансформаторов ГПП. Выбор сечения проводов питающей линии
P5.	Расчет токов короткого замыкания	
P5.T1		Основные условия и допущения
P5.T2		Точки расчета тока короткого замыкания. Схемы для расчета токов короткого замыкания
P6.	Учет различных элементов сети при расчете токов КЗ	
P6.T1		Внешняя сеть. Силовой трансформатор. Трансформатор тока. Реактор. Автоматический выключатель. Шинопровод. Сопротивления контактов и контактных соединений. Кабельная линия. Воздушная линия. Электрическая дуга. Синхронный двигатель. Асинхронный двигатель. Расчет периодической составляющей в начальный момент времени. Симметричные КЗ.
P7	Расчет аperiodической составляющей тока короткого замыкания	
P7.T1		Расчет аperiodической составляющей тока короткого замыкания. Расчет ударного тока короткого замыкания. Расчет периодической составляющей тока КЗ для произвольного момента времени.
P8.	Выбор схем распределительной сети	
P8.T1		Расчет питающих линий и выбор напряжения. Построения схем электроснабжения
P9.	Способы канализации электрической энергии	
P9.T1	Воздушные линии	Воздушные линии электропередач. Опоры воздушных линий. Грозозащитные тросы. Изоляторы воздушных линий. Провода воздушных линий. Конструктивное исполнение самонесущего изолированного провода. Линейная арматура ВЛ
P9.T2		Натяжение ВЛ. Приемка в эксплуатацию воздушных линий с самонесущими изолированными проводами
P10	Кабельные линии	
P10.T1		Кабельни с изоляцией из сшитого полиэтилена. Силиконовые кабели
P10.T2		Токопроводы, шинопроводы и внутренние проводки. Прокладка кабелей внутри зданий. Виды соединений в распаечных проводах. Подземная прокладка линий электропередач
P11	Требования к выбору кабелей, аппаратуры и защит в распределительной сети 0,4 кВ	
P12	Выбор основного оборудования на энергообъекте	
P12.T1		Выбор выключателей. Выбор автоматических выключателей
P12.T2		Выбор разъединителей
P12.T3		Выбор трансформаторов тока. Выбор трансформаторов напряжения

P12.T4		Выбор изоляторов
P13.	Показатели качества электроэнергии	
P13.T1		Нормы качества электроэнергии. Способы расчета и методики определения показателей КЭ
P14.	Системы учета и сбора информации на энергообъектах	
P14.T1		Назначение и цели создания АСКУЭ. Основные функции АСКУЭ. Структура системы АСКУЭ. Основные задачи АСКУЭ и объемы информации. Технические средства АСКУЭ. Счетчики электроэнергии. Программные средства АСКУЭ. Метрологическое и нормативное
P15	Система электробезопасности	
P15.T1		УЗО – эффективное противопожарное и электротехническое средство. Принцип действия УЗО. Классификация УЗО. Типы УЗО.
P16	Технические параметры устройств защитного отключения	
P16.T1		Нормируемые параметры УЗО. Требования к конструкции, электрическим параметрам. Требования пожарной безопасности. Место установки и назначения УЗО. Особенности применения УЗО при различных системах заземления. Подключение защитных проводников РЕ. Уравнивание потенциалов.
P17.T1	Принципы выполнения защиты от перенапряжений	
P17.T2		Общие положения. Технические устройств защиты от перенапряжения. Ограничители перенапряжения нелинейные. Достоинства ОПН. Конструкция ОПН. Принцип действия. Методика выбора основных параметров ОПН. Общие требования и выбор ограничителей перенапряжений

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Семестр: 6

Таблица 3.1

Объем модуля (зач.ед.): 56

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																					
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)							
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Или семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод иная. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет при наличии экзамена	Зачет дифференциальный или при отсутствии экзамена
P1	Режимы работы нейтрали	2	2	2																							
P2	Расчет электрических нагрузок отделений ГКС	5,7	4	2	2		1,7	1,7	0,8	0,9																	
P3	Выбор числа и мощности трансформаторов на ГКС	4,8	2	2			2,8	0,8	0,8													2	1				
P4	Выбор элементов внешнего электроснабжения ГКС	2,8	2	2			0,8	0,8	0,8																		
P5	Расчет токов короткого замыкания	7,7	2	2			5,7	0,8	0,8				4,9	1													
P6	Учет различных элементов сети при расчете токов КЗ	5,7	4	2	2		1,7	1,7	0,8	0,9																	
P7	Расчет апериодической составляющей тока короткого замыкания	5,9	4	2	2		1,9	1,9	0,8	1,1																	
P8	Выбор схем распределительной сети	5,7	4	2	2		1,7	1,7	0,8	0,9																	
P9	Способы канализации электрической энергии	12,9	4	2	2		8,9	1,9	0,8	1,1			7		1												
P10	Кабельные линии	5,9	4	2	2		1,9	1,9	0,8	1,1																	
P11	Требования к выбору кабелей, аппаратуры и защит в распределительной сети 0,4 кВ	5,7	4	2	2		1,7	1,7	0,8	0,9																	
P12	Выбор основного оборудования на энергообъекте	21,2	5	2	3		16,2	2,2	0,8	1,4			14														
P13	Показатели качества электроэнергии	4,8	2	2			2,8	0,8	0,8													2	1				
P14	Системы учета и сбора информации на энергообъекте	2,8	2	2			0,8	0,8	0,8																		
P15	Системы электробезопасности	2,8	2	2			0,8	0,8	0,8																		

P16	Технические параметры устройств защитного отключения	4,8	2	2			2,8	0,8	0,8											2	1		
P17	принципы выполнения защиты от перенапряжений	2,8	2	2			0,8	0,8	0,8														
Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:		104	51	34	17		53	21,1	12,8	8,3		25,9	4,9	7		14	6	4	2				
Всего по дисциплине (час.):		108																					4

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Расчет электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм	2
P6	2	Расчет токов короткого замыкания в системах электроснабжения	2
P7	3	Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	2
P8	4	Выбор схем электроснабжения	2
P9	5	Выбор способа канализации электрической энергии	2
P10	6	Кабельные линии из сшитого полиэтилена	2
P11	7	Выбор кабельных линий и защит	2
P12	8	Выбор коммутационной аппаратуры в системах электроснабжения	3

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

Задание 1. Рассчитать токи короткого замыкания на энергообъекте.

Задание 2. Выбрать способы канализации электрической нагрузки по мощности двигателя.

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

1. Способы канализации электроэнергии
2. Современные методы расчета потребляемых мощностей буровых установок
3. Модульные комплексные трансформаторные подстанции
4. Основное оборудование, применяемое на энергообъектах.

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

Задание 1. Рассчитать по методу упорядоченных диаграмм нагрузки энергообъекта.

Задание 2. Выбрать способы канализации электрической энергии

4.3.6. *Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)*

не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

1. Расчет времени пуска и торможения электропривода;
2. Проверка по нагреву электродвигателя при работе с заданной нагрузочной диаграммой.

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

1. Установка УЗО на ГКС

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

1. Системы электроснабжения
2. Системы энергоснабжения
3. Способы канализации электрической энергии
4. Классификация электроприемников. Понятие номинальной, установленной, средней мощности.
5. Характеристики электрических нагрузок. Показатели графиков нагрузок.
6. Определение расчетных нагрузок по удельным показателям.
7. Определение расчетных нагрузок с использованием коэффициента участия в максимуме нагрузки.
8. Расчет электрических нагрузок жилых и общественных зданий
9. Схемы городских распределительных сетей напряжением до 1кВ
10. Конструктивное выполнение элементов сетей. Выбор кабелей. Способы прокладки.
11. Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением до 1кВ.
12. Сопротивление элементов цепи короткого замыкания в электроустановках до 1кВ.
13. Электродинамическое действие токов короткого замыкания
14. Термическое действие токов короткого замыкания.
15. Выбор сечений проводов и кабелей по допустимой потере напряжения.
16. Предохранители. Выбор предохранителей.
17. Автоматический выключатель. Выбор автоматических выключателей.
18. Коммутационные аппараты напряжением до 1кВ
19. Режимы работы нейтрали. Сеть с глухо заземленной нейтралью.
20. Типы систем заземления .
21. Определение электрических нагрузок методом коэффициента максимума.
22. Схемы электрических сетей до 1кВ промышленных объектов.
23. Качество электрической энергии. Установившееся отклонение и колебания напряжения.
24. Качество электрической энергии. Коэффициент несимметрии напряжения.
25. Качество электрической энергии. Несинусоидальность напряжения.
26. Расчет систем освещения.
27. Компенсация реактивной мощности.
28. Учет электрической энергии.
29. Модульные трансформаторные подстанции

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P17	Технологии активного обучения	+						+		+		+	
	Командная работа		+										

Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)														
Использование презентаций	+	+						+		+				
Технологии активного обучения	+											+	+	
Командная работа		+												
Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)														
Технологии активного обучения	+	+												
Командная работа														
Использование презентаций														

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VI, 1-9	30
Контрольная работа №1 (Выбор числа и мощности трансформаторов на энергообъекте)	VI, 5	30
Контрольная работа №2 (Показатели качества электроэнергии)	VI, 12	30
Участие в коллоквиуме «Технические параметры устройств защитного отключения»	VI, 15	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – Зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практическим занятиям – 0,5		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в практических работах №1-8 (8)	VI, 8-16	16
Выполнение отчетов по практическим работам №1-8 (8)	VI, 17	16
Домашняя работа №1 (Расчет токов короткого замыкания)	VI, 10	24
Защита реферата	VI, 14	24
Расчетно-графическая работа	VI	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим за-		

<p>нениям занятиям -1 тек. лаб.</p> <p>Промежуточная аттестация по практическим занятиям– [указать форму промежуточной аттестации по лабораторным занятиям, если она предусмотрена: экзамен, зачет]</p> <p>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям– 0 пром.практ.</p> <p>3. Лабораторные работы: не предусмотрены</p>

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы – не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 6	1.0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. [Кудрин, Борис Иванович](#). Электрооборудование промышленности : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электрооборудование и электрохоз-во предприятий, орг. и учреждений" направления подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Б. И. Кудрин, А. Р. Минеев .— Москва : Академия, 2008.— 432 с.: ил.; 22 см .— (Высшее профессиональное образование, Электротехника) .— Библиогр.: с. 418 (7 назв.). — Допущено в качестве учебника .— ISBN 978-5-7695-4094-3. 20 экз.
2. [Неклепаев, Борис Николаевич](#). Электрическая часть электростанций и подстанций : Справ. материалы для курс. и дипл. проектирования: Учеб. пособие для вузов / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1989 .— 608 с. — Авт. 3-го изд.: И. П.Крючков, Н. Н.Кувшинский, Б. Н.Неклепаев. — допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-283-01086-4 : 1.70. 63 экз.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Электр. станции", "Электроэнергет. системы и сети", "Электроснабжение", "Релейная защита и автоматизация электроэнергет. систем" направления подгот. дипломир. специалистов "Электроэнергетика" / [И. П. Крючков, Б. Н. Неклепаев, В. А. Старшинов и др.] ; под ред. И. П. Крюčkова, В. А. Старшинова.— М.: Академия, 2005 .— 416 с.: ил.; 22 см.— (Высшее профессиональное образование, Энергетика) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 406 (14 назв.). — Допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-7695-1998-3. 55 экз.
2. [Шеховцов, Вячеслав Петрович](#). Электрическое и электромеханическое оборудование: учеб. для студентов сред. проф. образования, обучающихся по группе специальностей 1800 "Электротехника" / В. П. Шеховцов.— М.: Форум : Инфра-М, 2004 .— 407 с. : ил.; 24 см .— (Профессиональное образование) .— Библиогр.: с. 406 (9 назв.). — Допущено в качестве учебника .— ISBN 5-8199-0117-7 .— ISBN 5-16-001891-3. 36 экз.

7.1.3. Методические разработки

Не предусмотрено

7.2. Программное обеспечение

При выполнении расчетных заданий используются программные комплексы Elcut (студенческая версия).

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Библиотека УрФУ

7.4. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Комплекс контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ.....	2
1.1.	Цели дисциплины	3
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3.	Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4.	Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5.	Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2.	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	6
3.1.	Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	6
4.	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
4.1.	Лабораторные работы	9
4.2.	Практические занятия	9
4.3.	Примерная тематика самостоятельной работы	9
4.3.1.	<i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>9</i>
4.3.2.	<i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>9</i>
4.3.3.	<i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>9</i>
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	<i>9</i>
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.6.	<i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>9</i>
4.3.7.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>9</i>
4.3.8.	<i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>9</i>
4.4.	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	10
5.	СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	10
6.	ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	11
6.1.	Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.	11
6.2.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	11
6.3.	Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы – не предусмотрено	12
6.4.	Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины).....	12
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7.1.	Рекомендуемая литература.....	12
7.1.1.	Основная литература	12
7.1.2.	Дополнительная литература.....	12
	<i>1. Проектирование и монтаж жилых и общественных зданий. Свод правил по проектированию и строительству СП 31-110-2003, М.: 2007.. Ошибка! Закладка не определена.</i>	
7.1.3.	Методические разработки	12
7.2.	Программное обеспечение	12

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	12
7.4. Электронные образовательные ресурсы	12
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	13
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	13
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
ОГЛАВЛЕНИЕ	14

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 «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

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 газокompрессорных станций	5376	Б1.42.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.42.2

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Кириллов Андрей Владиславович	канд. техн. наук.	Доцент	Электропривод и автоматизация промышленных установок	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр:

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

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института
_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Рабочая программа дисциплины 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. Цели дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- Быть способным проектировать элементы оборудования и технологических схем для решения конкретных производственных задач (ИК-3).

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

- способность к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-11).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

– основные законы алгебры логики, систему двоичного счисления, характеристики и способы настройки основных элементов систем автоматики.

уметь:

– правильно выбирать конфигурацию и компоненты для систем автоматики.

владеть:

– навыками по выбору компонентов и наладке систем автоматики.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Элементы систем автоматики» входит в модуль «Специальный», изучается в течение 72 уч. часов восьмого семестра.

Дисциплина «Элементы систем автоматики» базируется на результатах изучения дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Теория автоматического управления, часть I, часть II», «Электроника». Результаты обучения данной дисциплины могут быть использованы в дисциплинах: «Системы управления электроприводами, часть I, часть II», «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе, часть 1, часть 2».

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей экзамена.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		8
Аудиторные занятия, час.	48	48
Лекции, час.	16	16
Практические занятия, час.	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	24	24
Вид промежуточного контроля (Э, З)	-	3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	72	72
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	2	2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Элементы алгебры логики	Понятие логической переменной и логической функции. Основные и дополнительные логические функции. Основные законы алгебры логики. Формы записи логических функций. Понятие совершенной дизъюнктивной и конъюнктивной нормальных форм.
P2	Элементы цифровых устройств автоматики	Определение цифрового элемента. Двоичная система счисления. Триггеры (RS-триггер, D-триггер, T-триггер, JK-триггер). Элементы цифровых вычислительных устройств (сумматоры, шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры, регистры, счетчики).
P3	Операционные усилители	Терминология, основные характеристики. Схемы включения. Реализация типовых регуляторов систем управления на операционных усилителях. Способы ограничения выходного сигнала операционного усилителя.
P4	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	Классификация. Принципы реализации, схемные решения.
P5	Датчики координат электропривода	Датчики скорости (тахогенераторы постоянного тока, асинхронные тахогенераторы, импульсные датчики). Датчики перемещения (электроконтактные датчики, резистивные датчики, индуктивные датчики, лазерные датчики). Датчики напряжения. Датчики тока. Характеристики датчиков. Сравнительная оценка. Области применения.
P6	Преобразователь Холла	Принцип действия. Применение для измерения магнитных и электрических величин.
P7	Вспомогательные элементы систем автоматики.	Тепловые преобразователи (термопары, терморезисторы, пирометры). Тензоэлектрические приборы. Пьезоэлектрические преобразователи. Герконы.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ очная форма обучения

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Реализация логических элементов на цифровых устройствах	2
P2	2	Исследование элементов цифровых устройств автоматики	4
P3	3	Реализация типовых регуляторов систем управления на операционном усилителе	3
P5	4	Снятие характеристик датчиков координат электропривода	4
P6	5	Исследование бесконтактного датчика тока на основе преобразователя Холла	3

Всего: 16

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Разработка схем реализации основных логических элементов. Синтез заданных логических схем.	2
P2	2	Построение таблиц состояния и временных диаграмм для различных типов цифровых устройств.	4
P3	3	Определение передаточных функций типовых регуляторов систем управления.	3
P5	4	Выбор типа датчика координат электропривода по исходным данным.	4
P6	5	Изучение принципа работы многофункционального анализатора электрических параметров на основе преобразователя Холла.	3

Всего: 16

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Современные типы датчиков скорости.
2. Современные типы датчиков перемещения.
3. Обзор современных методов косвенного определения текущего состояния координат электропривода.
4. Обзор современных устройств сопряжения элементов системы автоматики с электроприводом.

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

4.4.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Основные и дополнительные логические элементы. Формы записи логических функций. Понятие свершенных дизъюнктивной и конъюнктивной нормальных форм.
2. Основные типы триггеров. Синхронизация работы триггеров и ее типы. Таблицы состояния. Временные диаграммы.
3. Реализация двоичных счетчиков, сумматоров, регистров, шифраторов, дешифраторов, мультиплексоров, демультимплексоров.
4. Операционные усилители. Основные характеристики и схемы включения. Реализация типовых регуляторов систем управления на операционном усилителе. Способы ограничения выходного сигнала операционного усилителя.
5. Цифро-аналоговый преобразователь. Принцип работы, реализация.
6. Аналого-цифровой преобразователь. Принцип работы, реализация.
7. Принцип действия и основные характеристики тахогенератора постоянного тока.
8. Принцип действия и основные характеристики асинхронного тахогенератора.
9. Принцип действия и основные характеристики импульсного датчика скорости.
10. Основные типы датчиков для измерения перемещений (дискретные и непрерывные).
11. Основные типы тепловых преобразователей.
12. Применение элементов Холла для измерения магнитных и электрических величин.
13. Тензорезисторы. Пьезоэлементы. Герконы.

4.4.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и Интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности												
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графическая работа	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум	
P1-P7	Технологии активного обучения													

Командная работа		*	*										
Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*	*	*				*						
Использование презентаций													

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

8 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VIII, 1-8	35
Ведение конспекта	VIII, 1-8	15
Реферат	VIII, 1-8	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий	VIII, 1-8	35
Работа на практических занятиях	VIII, 1-8	65
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям - не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных работах	VIII, 1-8	35
Выполнение отчетов по лабораторным работам	VII, 1-8	65
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным за-		

нениям -1,0

Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 8	1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Автоматизация технологических процессов и производств : учебник / А.Г. Схиртладзе .— Пенза : ПензГТУ, 2015 .— 442 с. —

<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437131>>.

2. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)" (направление подготовки "Автоматизированные технологии и производства") и направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. А. Иванов .— 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015 .— 224 с. : ил. — (Высшее образование) .— Библиогр.: с. 219-220 (27 назв.) .— ISBN 978-5-91134-948-6 .— ISBN 978-5-16010164-4.

3. Ившин В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. 400с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Кисаримов Р.А. Практическая автоматика: Справочник / Р.А. Кисаримов. - М.: РадиоСофт, 2013. 192 с.

2. Твердотельная электроника. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. / [Э.Н. Воронков, А.М. Гуляев, И.Н. Мирошникова, Н.А. Чарыков]. М.: Издательский центр "Академия", 2009. 320 с.

3. Водовозов А. М. Элементы систем автоматизи. М.: Академия, 2006. 224 с.

1.1.3. Методические разработки

Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В.: LabVIEW: Практикум по аналоговым элементам информационно-измерительной техники: Лабораторный практикум/Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики»-М., 2011. -116 с.

7.2. Программное обеспечение

1. Операционная система Windows XP, Windows 7.

2. Пакет MicrosoftOffice 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).

3. Программа Matlab.

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://elib.ntiustu.ru>

7.4. Электронные образовательные ресурсы

<http://study.urfu.ru> Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

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

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Комплекс контрольных вопросов к аттестации по дисциплине.

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения практических занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ.....	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	3
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	3
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	5
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины	5
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
4.1. Лабораторные работы	7
4.2. Практические занятия	7
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	7
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>7</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>7</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ).....</i>	<i>7</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)</i>	<i>8</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>8</i>
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>8</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>8</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов</i>	<i>8</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	8
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ.....	8
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	9
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	9
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	9
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7.1. Рекомендуемая литература.....	10
7.1.1. Основная литература	10
7.1.2. Дополнительная литература	10
7.1.3. Методические разработки	10
Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В.: LabVIEW: Практикум по аналоговым элементам информационно-измерительной техники: Лабораторный практикум/Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики»-М., 2011. -116 с.	10
7.2. Программное обеспечение	10

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	11
7.4. Электронные образовательные ресурсы	11
7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)	11
8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	11
9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
ОГЛАВЛЕНИЕ	12

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 «Техника высоких напряжений»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т.Князев

«___» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

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	Б1.33.2
13.03.02/02.01	Электроэнергетика и электротехника	Электропривод и автоматика	5394	Б1.33.2

**МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ
УралЭНИИ.**

Екатеринбург, 201__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Яковенко Светлана Равилевна		ст. преподаватель	Техника высоких напряжений	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Энергетика [Кафедра-координатор модуля]			Комаров О.В.	
2	Кафедра Техника высоких напряжений [Кафедра, преподающая дисциплину]			Черных И.В.	
3	Электропривод и автоматизация промышленных установок [Выпускающая кафедра]			Костылев А.В.	
4	Турбины и двигатели [выпускающая кафедра*]			Ю.М. Бродов	

**При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры*

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

Председатель учебно-методического совета
Уральского энергетического института

В.И. Денисенко

_____, протокол № _____

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	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. Цели дисциплины

1.1.1. В соответствии с Образовательным стандартом УрФУ

- Понимать научные основы технологических процессов в области профессиональной деятельности (ИК-1).

1.1.2. В соответствии с ФГОС ВО:

По направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»:

- способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-3);
- готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии (ПК-9);

По направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

- способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4);
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- 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).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- классификацию современных электротехнических и конструкционных материалов, применяемых в электрооборудовании;
- основные характеристики электротехнических материалов
- взаимосвязь состава, строения, основных свойств материала с процессами, происходящими в них при воздействии электрического поля, температуры, состава рабочей среды, поляризирующего

излучения и др. факторов, воздействующих на конструкции при технологической обработке и эксплуатации материалов.

уметь:

- выбирать материалы для элементов энергетических конструкций.

владеть:

- навыками контроля основных характеристик конструкционных материалов.

1.3. Место дисциплины в структуре модуля

Дисциплина «Электротехническое и конструкционное материаловедение» входит в модуль «Специальный» изучается в течение 108 уч. часов пятого семестра.

Дисциплина посвящена изучению электротехнических материалов в электроустановках. Рассматриваются физические процессы, происходящие в электротехнических материалах под действием электрических, магнитных и тепловых полей. Их основные электрические и физические характеристики, назначение, особенности выбора и работы в электротехнических конструкциях при изменяющихся внешних воздействиях. Отдельная глава раскрывает особенности протекания газов при высоких напряжениях.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Общий объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 30% от общего времени аудиторных занятий.

Для активизации работы студентов применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов их деятельности, представляющая собой последовательную процедуру, работающую непрерывно с первого дня занятий и завершающуюся сдачей зачёта.

1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер		
		5		
Аудиторные занятия	51	51		
Лекции	17	17		
Практические занятия				
Лабораторные работы	34	34		
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	57	57		
Промежуточная аттестация		3		
Общий объем по учебному плану, час.	108	108		
Общий объем по учебному плану, з.е.	3	3		

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Классификация и основные свойства материалов	Основы электротехнического материаловедения. Классификация электротехнических материалов по агрегатному состоянию, химическому составу, функциональному назначению. Требования к ним. Факторы, влияющие на свойства материалов, зависимость свойств от внешних условий. Элементы зонной теории твердого

		<p>тела.</p> <p>Агрегатные состояния, основные свойства материалов и их связь с химическим составом и строением. Общие понятия о полимерных соединениях</p>
P2	Конструкционные материалы	<p>Кристаллическое строение и свойства металлов. Влияние дефектов строения металлов на их прочность и другие свойства. Механические свойства материалов и методы их определения. Основы теории сплавов: свойства кристаллических тел, диаграмма состояния сплавов. Стали, чугуны, их характеристика и классификация. Основные сплавы, применяемые в электромашиностроении. Понятие о термической обработке. Обработка деталей электротехнического оборудования. Технология конструкционных материалов. Литейное производство. Основные виды литья. Порошковая металлургия. Обработка металлов давлением. Основные виды ОМД. Сварка, пайка и резка металлов. Обработка металлов резанием. Процесс резания. Обработка деталей на токарных станках. Электрофизические и электрохимические методы обработки.</p>
P3	Основные характеристики диэлектриков	<p>Поляризация диэлектриков. Виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и частоты. Диэлектрический гистерезис. Сегнетоэлектрики, их свойства и применение.</p> <p>Электропроводность диэлектриков. Природа электропроводности. Зависимость тока через диэлектрик от времени. Сквозной ток. Зависимость электропроводности от температуры, влажности. Удельные объемное и поверхностное сопротивление. Методы измерения. Полная и упрощенная схема замещения диэлектрика.</p> <p>Потери энергии в диэлектриках. Виды потерь. Векторная диаграмма токов, протекающих через диэлектрики. Угол потерь. Выражение для потерь в диэлектрике. Коэффициент потерь. Зависимость $\operatorname{tg}\delta$ от влажности, наличия воздушных включений и температуры. Измерение величины $\operatorname{tg}\delta$.</p> <p>Пробой диэлектриков. Стадии и формы пробоя. Электрическая форма пробоя. Тепловая форма пробоя. Уравнение теплового равновесия, его графическое решение. Зависимость электрической прочности от температуры, частоты, толщины диэлектрика, времени воздействия напряжения, теплопроводности, теплостойкости диэлектрика. Старение изоляции, причины этого явления. Определение электрической прочности изоляции.</p> <p>Физико-химические и механические свойства диэлектриков. Влажностные свойства. Тепловые свойства, их значение. Нагревостойкость. Классы нагревостойкости электроизоляционных материалов. Понятие профиля нагревостойкости. Холодостойкость. Химическая стойкость. Радиационная стойкость. Тропикостойкость. Связь параметров, характеризующих свойства электротехнических материалов, с параметрами электроэнергетического, электротехнического оборудования.</p>

P4	Газообразные диэлектрики	<p>Ионизация газов. Виды ионизации: объемная и поверхностная. Ступенчатая ионизация. Электрический разряд в газе. Стадии формирования. Вольт-амперная характеристика электрического разряда в газах. Пробой газа. Формы разряда в газе. Корона. Электрическая дуга. Применение. Способы гашения дуги. Электроотрицательные газы.</p> <p>Разряды в резконеоднородных несимметричных полях. Влияние полярности электродов на разрядные напряжения в несимметричных полях. Влияние барьеров на напряжения пробоя.</p> <p>Влияние различных факторов на пробивное напряжение газа. Приведение разрядных напряжений к нормальным условиям.</p> <p>Разряды по поверхности твердого диэлектрика. Поверхностное перекрытие. Скользящий разряд, его вредные последствия и меры борьбы с ним.</p> <p>Разряд при импульсах. Форма грозового импульса, принятого для стандартных испытаний. Величина пробивного напряжения при импульсах. Вольт-секундная характеристика изоляции и ее применение.</p> <p>Применение газов для изоляции. Преимущества и недостатки газовой изоляции. Воздух. Азот. Водород. Газы повышенной электрической прочности. Элегаз. Пары фторорганических жидкостей. Достоинства и недостатки элегаза.</p>
P5	Твердые диэлектрики	<p>Классификация диэлектриков. Природные, искусственные и синтетические материалы.</p> <p>Основные виды твердых диэлектриков. Смолы. Общие свойства смол. Природные смолы (шеллак, канифоль, янтарь). Группы синтетических смол. Эластомеры. Кремнийорганические электроизоляционные материалы. Битумы. Воскообразные диэлектрики. Волокнистые органические материалы естественного происхождения. Лаки и компаунды. Пластмассы и слоистые пластики. Стекла. Стеклоэмали. Стекловолокно, его получение и применение. Стекланные изоляторы. Ситаллы. Керамические материалы. Состав, изготовление и свойства керамики. Классификация керамики по назначению и составу. Фарфор, Стеатит. Конденсаторная керамика. Сегнетокерамика. Слюдавые материалы. Синтетическая слюда. Минеральные материалы. Асбест и асбестовые материалы. Мрамор. Оксидная и фторидная изоляция.</p> <p>Активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Электрооптические материалы. Жидкие кристаллы. Люминофоры. Электреты.</p> <p>Применение диэлектриков как компонентов электроэнергетического и электротехнического оборудования.</p>
P6	Жидкие диэлектрики	Назначение жидких диэлектриков (изоляция, теп-

		<p>лообмен, дугогашение). Основные электрические и физические характеристики, требования к ним. Особенности электропроводности и пробоя. Влияние различных факторов на электрические характеристики жидких диэлектриков.</p> <p>Нефтяные изоляционные масла. Их достоинства и недостатки, область применения. Основные свойства трансформаторного масла и их определение. Влияние влажности. Старение масла. Методы сушки и очистки масла. Регенерация масла.</p> <p>Синтетические жидкие диэлектрики. Их достоинства и недостатки по сравнению с нефтяными маслами. Хлорированные углеводороды, кремнийорганические, фторорганические жидкости. Их характеристики и область применения.</p>
<p>P7</p>	<p>Проводниковые, полупроводниковые материалы.</p>	<p>Свойства проводниковых материалов, Удельное сопротивление металлов и сплавов. Температурный коэффициент удельного сопротивления металлов и сплавов. Теплопроводность металлов и связь ее с электропроводностью. Температура плавления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила. Термопары.</p> <p>Сверхпроводимость, возможность использования. Сверхпроводники и криопроводники.</p> <p>Основные проводники, применяемые в электротехнике.</p> <p>Металлы и сплавы высокой проводимости. Медь. Алюминий. Сплавы меди, алюминия. Биметаллы. Свойства и применение.</p> <p>Сплавы высокого сопротивления. Применение сплавов высокого сопротивления, требования к ним. Сплавы для образцовых сопротивлений. Реостатные сплавы. Сплавы для нагревательных элементов. Материалы для термопар. Применение электротехнических бетонов для изготовления резисторов.</p> <p>Металлы и сплавы различного назначения. Тугоплавкие металлы и сплавы. благородные металлы. Легкоплавкие металлы. Тензометрические сплавы. Припой и флюсы. Свойства и применение.</p> <p>Контактные материалы. Виды контактных соединений. Природа переходного сопротивления, способы его уменьшения. Неподвижные контакты. Скользящие контакты. Размыкаемые контакты. Материалы для разного типа контактов. Электроугольные изделия.</p> <p>Свойства полупроводников. Величина удельного сопротивления полупроводников. Характер зависимости электропроводности от внешних факторов: температуры, напряженности электрического поля, электромагнитных излучений, деформации.</p> <p>Группы полупроводниковых материалов и область их применения. Полупроводниковые элементы. Химические соединения. Полупроводниковые ком-</p>

		плексы (керамические материалы). Нелинейные сопротивления для вентильных разрядников и ОПН
Р8	Магнитные материалы	<p>Основные сведения о магнитных свойствах и классификация магнитных материалов. Основные характеристики магнитных материалов. Анизотропия. Магнитострикция. Механизм технического намагничивания и магнитный гистерезис. Потери на гистерезис, вихревые токи, на магнитную вязкость и способы их уменьшения. Понятие о статических и динамических характеристиках магнитных материалов.</p> <p>Магнитомягкие материалы. Магнитотвёрдые материалы. Состав, особенности и область применения</p>

* Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Испытание на растяжение образцов металлов и сплавов	2
P2	2	Испытание образцов на ударную вязкость	2
P2	3	Просмотр и зарисовка микроструктур стали	1
P2	4	Определение твердости металлов на прессе Бринелля	2
P3	5	Определение тангенса угла диэлектрических потерь	2
P3	6	Удельное электрическое сопротивление твердых диэлектриков	2
P3	7	Определение электрической прочности твердых диэлектриков	3
P4	8	Разряд в газах при постоянном напряжении	4
P4	9	Разряд в газах при переменном напряжении	2
P4	10	Разряд в воздухе по поверхности твердого диэлектрика	2
P6	11	Исследование трансформаторного масла	4
P7	12	Характеристики проводниковых материалов	4
P8	13	Динамические характеристики магнитных материалов	4

Всего: 34

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Общие понятия о полимерных соединениях и их свойствах.
2. Смолы. Основные группы и применение.
3. Группы синтетических смол: на основе этилена и его производных
4. Фенолформальдегидные смолы
5. Эпоксидные смолы: полиуретаны; полиимиды.
6. Фторорганические смолы.
7. Эластомеры. Натуральный и синтетический каучук
8. Кремнийорганические электроизоляционные материалы.
9. Битумы. Свойства, классификация.
10. Воскообразные диэлектрики.
11. Волокнистые органические материалы естественного происхождения
12. Лаки и компаунды

13. Пластмассы
14. Слоистые пластики
15. Стекла. Состав, получение, свойства, применение
16. Новые технологии: стекловолокно и ситаллы.
17. Активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики
18. Активные диэлектрики. Пьезоэлектрики
19. Активные диэлектрики. Электрооптические материалы
20. Активные диэлектрики. Люминофоры
21. Активные диэлектрики. Электреты
22. Керамические материалы.
23. Применение минеральных электроизоляционных материалов: слюды и асбеста.
24. Оксидная и фторидная изоляция.
25. Нефтяные изоляционные масла.
26. Синтетические жидкие диэлектрики.
27. Металлы и сплавы высокой проводимости.
28. Сплавы высокого сопротивления .
29. Металлы и сплавы различного электротехнического назначения.
30. Контактные материалы.
31. Группы полупроводниковых материалов и область их применения.
32. Нелинейные сопротивления для вентильных разрядников.
33. Магнитомягкие материалы
34. Магнитотвёрдые материалы.

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

Газообразные диэлектрики. Особенности процессов в газах при воздействии напряжения.

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

1. Классификация электротехнических материалов.
2. Факторы, влияющие на характеристики материалов.
3. Зонная теория твердого тела.
4. Ионизация газов, виды ионизации
5. Влияние полярности электродов на пробивное напряжение газов в неоднородном поле.
6. Вольтамперная характеристика электрического разряда в газе. Формы самостоятельных разрядов в газе. Газообразные диэлектрики.
7. Разряд при импульсах. Виды импульсов.
8. Влияние различных факторов на пробивное напряжение газов.
9. Разряды по поверхности твердого диэлектрика. Скользящий разряд.
10. Газы в электротехнике. Элегаз. Водород. Фторсодержащие газы. Воздух. Электроотрицательность.
11. Инертные газы. Метастабильные состояния.
12. Поляризация твердых диэлектриков. Основные виды поляризации.
13. Диэлектрическая проницаемость как характеристика диэлектрика, ее зависимость от различных факторов.
14. Электропроводность твердых диэлектриков. Отличие от электропроводности металлов. Зависимость тока через диэлектрик от времени.

15. Удельные поверхностное и объемное сопротивление диэлектриков. Зависимость от различных факторов.
16. Потери энергии в диэлектрике. Виды потерь. Угол диэлектрических потерь, зависимость от различных факторов.
17. Пробой твердых диэлектриков. Формы пробоя, зависимость от различных факторов. Борьба с тепловым пробоем.
18. Физико-химические и механические свойства твердых диэлектриков. Нагревостойкость.
19. Твердые диэлектрики. Основные группы и применение.
20. Смолы и компаунды.
21. Пластмассы.
22. Керамические материалы.
23. Слоистые пластики.
24. Активные диэлектрики. Пьезоэлектрики. Сегнетоэлектрики. Электреты. Жидкие кристаллы. Оптоволокно. Люминофоры.
25. Жидкие диэлектрики. Особенности пробоя. Применение. Основные характеристики. Виды жидких диэлектриков.
26. Проводниковые материалы. Основные характеристики.
27. Сверхпроводимость, возможность использования явления. Криопроводники и сверхпроводники.
28. Металлы и сплавы высокой проводимости. Применение. Сплавы высокого сопротивления. Применение.
29. Контактные материалы. Особенности использования и материалы для них.
30. Свойства полупроводников. Полупроводниковые материалы.
31. Магнитные материалы, причины появления магнитных свойств. Основные характеристики.
32. Потери в магнитных материалах, способы их уменьшения.
33. Магнитомягкие материалы. Свойства и применение. Магнитотвердые материалы. Свойства и применение.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ*

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	И/и семинар, конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч.	Расчетная работа (проектная)	Курсовой проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум	
P1 – P8	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)							*					*
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы,			*									

исследовательский метод и т.п.)													
Командная работа	*		*				*						
Другие (указать, какие)													
Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение	*						*						
Сетевые учебные курсы													
Виртуальные практикумы и тренажеры													
Вебинары и видеоконференции													
Асинхронные web-конференции и семинары													
Совместная работа и разработка контента													
Другие (указать, какие)													

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	V, 1-17	40
Проверка конспектов	V, 8-17	40
Подготовка реферата и его защита	V, 8-17	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрены		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных работах	V, 1-8	16
Проверка подготовки к лабораторным работам	V, 1-8	24
Выполнение отчетов	V, 2-8	30

Коллоквиум по итогам лабораторных работ	V, 8	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрена

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	1

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. [Колесов, Святослав Николаевич](#). Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. для студентов электротехн. и электромехан. специальностей вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов .— Москва : Высшая школа, 2004 .— 519 с. : ил. ; 22 см .— ISBN 5060044122. - 243 экз.
2. Конструкционные электротехнические материалы : учебное пособие / В.П. Горелов .— 5-е изд., стер. — М.|Берлин : Директ-Медиа, 2016 .— 341 с. — ISBN 978-5-4475-8609-6 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445841>>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. [Привалов, Е. Е.](#) Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов .— М.|Берлин : Директ-Медиа, 2016 .— 266 с. — ISBN 978-5-4475-7619-6 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436753>> .— <URL:<http://doi.org/10.23681/436753>>.

7.1.3. Методические разработки

1. Яковенко С.Р. Программа и методические указания по курсу «Электротехнические материалы» для заочной формы обучения. Каф. ТВН, 2009.

7.2. Программное обеспечение

не используется

7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://library.ustu.ru> Библиотека УрФУ
2. <http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика
3. <http://docs.cntd.ru> Электронный фонд нормативно-технической документации
Техэксп- перт
4. <http://www.journals.cambridge.com> Cambridge University Press

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

- Практическое упражнение
- Командная работа
- Комплект контрольных вопросов к аттестации

8. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для учебно-материального обеспечения дисциплины требуется:

- лекционная мультимедийная аудитория;
- персональный компьютер, доступ в Интернет для самостоятельной работы студентов дома и в учебном заведении;
- авторский раздаточный материал на время проведения лабораторных занятий.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Место дисциплины в структуре модуля.....	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ.....	8
3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения	8
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
4.1. Лабораторные работы	10
4.2. Практические занятия	10
4.3. Примерная тематика самостоятельной работы	10
4.3.1. <i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>10</i>
4.3.2. <i>Примерный перечень тем графических работ</i>	<i>10</i>
4.3.3. <i>Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)</i>	<i>10</i>
4.3.4. <i>Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов) ...</i>	<i>11</i>
4.3.5. <i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ.....</i>	<i>11</i>
4.3.6. <i>Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)</i>	<i>11</i>
<i>Не предусмотрено.....</i>	<i>11</i>
4.3.7. <i>Примерный перечень тем контрольных работ.....</i>	<i>11</i>
4.3.8. <i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>11</i>
4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине	11
5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ*	12
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ	13
6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.....	13
6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру).....	13
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
7.1. Рекомендуемая литература.....	14
7.1.1. Основная литература	14
7.1.2. Дополнительная литература.....	14
7.1.3. Методические разработки	14
7.2. Программное обеспечение	15
7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	15
7.4. Электронные образовательные ресурсы	15

8.	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
8.1.	Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.....	15
9.	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
	ОГЛАВЛЕНИЕ.....	16