

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«___» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156584	Регулирование и защита паровых турбин

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания	Код ОП 1. 13.03.03/33.01
Направление подготовки 1. Энергетическое машиностроение	Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.03

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Новоселов Владимир Борисович	доктор технических наук, без ученого звания	Профессор	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Регулирование и защита паровых турбин

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль «Регулирование и защита паровых турбин» входят дисциплина «Автоматическое регулирование паровых турбин». Модуль направлен на изучение систем регулирования и защиты паровых турбин, принципов их конструирования и особенностей функционирования.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Автоматическое регулирование паровых турбин	6
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности2. «Газотурбинные и паротурбинные установки»
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Практика2. Государственная итоговая аттестация

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Автоматическое регулирование паровых турбин	ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по	З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки

<p>имеющейся технической документации</p>	<p>технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации</p>
<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое</p>	<p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p>

	<p>оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>У-4 - Оценивать с использованием количественных или качественных показателей соответствие характеристик получаемой продукции установленным техническим требованиям и фиксировать отклонения</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции</p> <p>Д-1 - Умение концентрировать внимание на реализации порученного производственного процесса, умение брать на себя ответственность за результат</p>
	<p>ПК-6 - Способен выполнять экспериментальные исследования и испытания турбоустановок, проводить измерения физических величин, а также разработку технических заданий инженерных проектов</p>	<p>З-7 - Характеризовать понятия теории управления сложными объектами, суть системного подхода к исследованию их динамики в процессах регулирования</p> <p>У-6 - Поставить и реализовать исследовательские задачи определения работоспособности и качественных показателей работы систем регулирования</p> <p>П-8 - Использовать основные методы работы на ПК с прикладными программными средствами компьютерной графики</p>
	<p>ПК-8 - Способен осуществлять сборку, ремонт, монтаж, промышленные испытания и техобслуживание турбоустановок и вспомогательного оборудования</p>	<p>З-2 - Перечислить средства и системы автоматизации энергетических машин и установок</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к выполнению заданий по освоению компетенции</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Автоматическое регулирование паровых
турбин

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Новоселов Владимир Борисович	доктор технических наук, без ученого звания	Профессор	турбин и двигателей

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Новоселов Владимир Борисович, Профессор, турбин и двигателей

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

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.
P10	Общая характеристика системы регулирования и защиты паровой турбины	Место системы регулирования (СР) и защиты (СЗ) паровой турбины (ПТ) в общем объёме функций ПТ. Взаимосвязь СР и СЗ. Независимость СР и СЗ. Связь СР и СЗ ПТ с другими системами ПТ и внешними системами.
P11	Состав и задачи системы регулирования паровой турбины	Состав и задачи СР конденсационной ПТ. Состав и задачи СР ПТ с регулируемым отбором пара для промышленных целей и на отопление. Состав и задачи СР противодавленческих, приключённых паровых турбин и ПТ в составе ПГУ.
P12	Элементы системы регулирования паровой турбины	Датчики СР ПТ. Усилительные элементы СР. Исполнительные механизмы СР, парораспределительные органы ПТ: регулирующие клапаны, регулирующие поворотные диафрагмы. Управление органами СР ПТ.
P13	Состав и задачи системы защиты паровой турбины	Состав и задачи СЗ конденсационной ПТ. Состав и задачи СЗ ПТ с регулируемым отбором пара для промышленных целей и на отопление. Состав и задачи СЗ противодавленческих, приключённых паровых турбин и ПТ в составе ПГУ.
P14	Элементы системы защиты паровой турбины	Датчики СЗ ПТ. Усилительные элементы СЗ. Исполнительные механизмы СЗ, парораспределительные органы СЗ: стопорные (защитные) клапаны, обратные клапаны. Управление органами СЗ ПТ.
P15	Структурные схемы системы регулирования и защиты паровой турбины	Принципы построения структурных схем систем регулирования и защиты конденсационных ПТ и турбины с регулируемым отбором пара. Навыки работы со структурными схемами СРиЗ ПТ.
P16	Основы технологии работы СР и СЗ паровой турбины	Работа системы регулирования и защиты паровой турбины в различных режимах её эксплуатации: при пуске, на холостом ходу, при синхронизации и под нагрузкой.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-8 - Способен осуществлять сборку, ремонт,	З-2 - Перечислить средства и системы

ценностей	общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»	Технология анализа образовательных задач	монтаж, промышленные испытания и техобслуживание турбоустановок и вспомогательного оборудования	автоматизации энергетических машин и установок
-----------	--	--	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматическое регулирование паровых турбин

Электронные ресурсы (издания)

1. Вершинин, Н. И., Егоров, К. В.; Автоматическое регулирование; Энергия, Москва, Ленинград; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=110662> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Баринберг, Г. Д., Бродов, Ю. М., Гольдберг, А. А., Иоффе, Л. С., Кортенко, В. В.; Паровые турбины и турбоустановки Уральского турбинного завода; Априо, Екатеринбург; 2007 (5 экз.)
2. Бененсон, Е. И., Бузин, Д. П., Иоффе; Теплофикационные паровые турбины; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (21 экз.)
3. Кириллов, И. И.; Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок : Учеб. для вузов.; Машиностроение. Ленингр. отд-ие, Ленинград; 1988 (20 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматическое регулирование паровых турбин

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не используется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox

		санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
4	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не используется
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не используется
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox
7	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не используется

		Доска аудиторная	
--	--	------------------	--