

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
1156588	Специальный "Газотурбинные установки газокompрессорных станций"

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций 2. Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций	<b>Код ОП</b> 1. 13.03.02/33.02 2. 13.03.03/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Электроэнергетика и электротехника; 2. Энергетическое машиностроение	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 13.03.02; 2. 13.03.03

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Горюнова Ирина Юрьевна	к.т.н., доцент	доцент	Турбины и двигатели
2	Комаров Олег Вячеславович	к.т.н., доцент	доцент	Турбины и двигатели
3	Марковский Валентин Менделеевич	Без степени, без звания	Старший преподаватель	Турбины и двигатели
4	Недошивина Татьяна Анатольевна	к.т.н., доцент	доцент	Турбины и двигатели
5	Новиков Валерий Алексеевич	Без степени, без звания	Старший преподаватель	Турбины и двигатели
6	Новоселов Владимир Борисович	доктор технических наук, без ученого звания	Профессор	турбин и двигателей
7	Плотников Петр Николаевич	д.т.н., профессор	профессор	Турбины и двигатели
8	Седунин Вячеслав Алексеевич	к.т.н.	доцент	Турбины и двигатели
9	Скороходов Александр Владимирович	Без степени, без звания	Старший преподаватель	Турбины и двигатели

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Специальный "Газотурбинные установки газокompрессорных станций"

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Специальный «Газотурбинные установки газокompрессорных станций»» состоит из дисциплин «Автоматическое регулирование ГТУ», «Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты», «Газотурбинные установки», «Детали машин», «Динамика и прочность турбомашин», «Компрессоры ГТУ», «Конвертированные ГТД», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Принципы расчета и проектирования газовых турбин», «Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА», «Теплообменники энергоустановок», «Управление техническими системами». Модуль направлен на 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

## 1.2. 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	Детали машин	6
2	Метрология, стандартизация и сертификация	3
3	Конвертированные ГТД	3
4	Материаловедение	3
5	Управление техническими системами	3
6	Компрессоры ГТУ	3
7	Газотурбинные установки	3
8	Динамика и прочность турбомашин	8
9	Принципы расчета и проектирования газовых турбин	5
10	Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты	3
11	Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА	2
12	Теплообменники энергоустановок	3
13	Автоматическое регулирование ГТУ	4

ИТОГО по модулю:	49
------------------	----

### 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Инженерный</li> <li>2. Математический</li> </ol>
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математический</li> <li>2. Экономика и управление предприятием</li> </ol>

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

Таблица 2

<b>Перечень дисциплин модуля</b>	<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>
1	2	3
Автоматическое регулирование ГТУ	ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации	<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>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>
	ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и	<p>З-2 - Изложить научные основы 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>качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>Д-1 - Умение концентрировать внимание на реализации порученного производственного процесса, умение брать на себя ответственность за результат</p>
	<p>ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию турбоустановок и систем автоматизации ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-2 - Описать средства и системы автоматизации и механизации энергоустановок</p> <p>У-2 - Выбирать и обосновывать оптимальные виды техпроцессов и управлять ими с помощью вычислительной техники, микропроцессоров и систем автоматики</p>
	<p>ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию турбоустановок и систем автоматизации ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-2 - Описать средства и системы автоматизации и механизации энергоустановок</p> <p>У-2 - Выбирать и обосновывать оптимальные виды техпроцессов и управлять ими с помощью вычислительной техники, микропроцессоров и систем автоматики</p>
<p>Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты</p>	<p>ПК-8 - Способен осуществлять рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов в процессе эксплуатации и ремонта производственных объектов газовой отрасли</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое</b></p>	<p>З-1 - Характеризовать технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного оборудования энергоустановок</p> <p>У-1 - Принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбоустановок</p>

	<p><b>оборудование компрессорных станций)</b></p>	
	<p>ПК-8 - Способен осуществлять рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов в процессе эксплуатации и ремонта производственных объектов газовой отрасли</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Характеризовать технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного оборудования энергоустановок</p> <p>У-1 - Принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбоустановок</p>
	<p>ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p>З-2 - Описать алгоритмы управления турбоустановок</p> <p>У-2 - Анализировать причины отклонения работы оборудования от нормальных режимов</p>
	<p>ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и</p>	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p>З-2 - Описать алгоритмы управления турбоустановок</p>

	<p>принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>У-2 - Анализировать причины отклонения работы оборудования от нормальных режимов</p>
	<p>ПК-11 - Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Описать типовые конструкции оборудования турбоустановок</p> <p>П-1 - Иметь навыки понимания различных тепловых и технологических схем энергоустановок</p> <p>П-2 - Анализировать режимы работы основного и вспомогательного оборудования газоконпрессорных станций</p>
	<p>ПК-11 - Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Описать типовые конструкции оборудования турбоустановок</p> <p>П-1 - Иметь навыки понимания различных тепловых и технологических схем энергоустановок</p> <p>П-2 - Анализировать режимы работы основного и вспомогательного оборудования газоконпрессорных станций</p>

	<p>ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию турбоустановок и систем автоматизации ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>П-2 - Иметь первоначальный опыт проведения испытаний и/или исследования по заданному алгоритму</p>
	<p>ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию турбоустановок и систем автоматизации ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>П-2 - Иметь первоначальный опыт проведения испытаний и/или исследования по заданному алгоритму</p>
Газотурбинные установки	<p>ПК-6 - Способен решать типовые гидродинамические и теплотехнические задачи применительно к различным элементам энергоустановки</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-6 - Изложить физические основы и математические модели теплового расчета энергетических турбомашин и энергетических турбоустановок</p> <p>У-5 - Определять эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы оборудования турбоустановок</p> <p>П-5 - Пользоваться навыками проведения тепловых и технико-экономических расчетов по выбору и обоснованию оптимальных режимов работы турбоустановок</p>
	<p>ПК-6 - Способен решать типовые гидродинамические и теплотехнические задачи применительно к различным элементам энергоустановок</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование)</b></p>	<p>З-6 - Изложить физические основы и математические модели теплового расчета энергетических турбомашин и энергетических турбоустановок</p> <p>У-5 - Определять эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы оборудования турбоустановок</p> <p>П-5 - Пользоваться навыками проведения тепловых и технико-экономических расчетов по выбору и обоснованию</p>



	<b>компрессорных станций)</b>	оптимальных режимов работы турбоустановок
Детали машин	УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде	З-7 - Излагать принципы и обосновывать методы системного подхода для постановки целей, задач и реализации основных стадий проектной деятельности, в том числе с использованием цифровых инструментов  П-6 - Работая в команде или самостоятельно решать поставленные задачи проектной деятельности на основе системного анализа и с использованием цифровых инструментов
	УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	З-1 - Характеризовать базовые принципы системного анализа и принятия решений  З-2 - Описывать процедуры планирования профессиональной, в том числе проектной, деятельности  П-1 - Формировать план-график реализации задач в рамках поставленной цели и план контроля ее выполнения
	ПК-5 - Способен демонстрировать умение пользоваться компьютерными программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельности	З-2 - Характеризовать основные принципы конструирования двигателей и их узлов  З-3 - Сформулировать правила выполнения и оформления графической и текстовой конструкторской документации  З-4 - Изложить основы теории надежности, устройства, принципов действия, области применения простейших механических машин и механизмов  У-4 - Представить графические и текстовые конструкторские документы в соответствии с требованиями стандартов  У-5 - Составлять технические задания на проектирование  У-6 - Проводить различные расчеты элементов конструкций с применением справочной литературы  П-2 - Иметь начальный опыт подготовки и составления конструкторской документации, используя ЕСКД
	<b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b>	
ПК-5 - Способен пользоваться компьютерными	З-2 - Характеризовать основные принципы конструирования двигателей и их узлов	

	<p>программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельности</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-3 - Сформулировать правила выполнения и оформления графической и текстовой конструкторской документации</p> <p>З-4 - Изложить основы теории надежности, устройства, принципов действия, области применения простейших механических машин и механизмов</p> <p>У-4 - Представить графические и текстовые конструкторские документы в соответствии с требованиями стандартов</p> <p>У-5 - Составлять технические задания на проектирование</p> <p>У-6 - Проводить различные расчеты элементов конструкций с применением справочной литературы</p> <p>П-2 - Иметь начальный опыт подготовки и составления конструкторской документации, используя ЕСКД</p>
<p>Динамика и прочность турбомашин</p>	<p>ПК-5 - Способен демонстрировать умение пользоваться компьютерными программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельности</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-5 - Сформулировать основные терминологические понятия, связанные с вопросами динамики и прочности деталей турбомашин</p> <p>З-6 - Характеризовать условия работы деталей турбомашин и важнейшие факторы, определяющих их надежность</p> <p>З-7 - Продемонстрировать четкие представления о конструктивных элементах деталей, их связи с общей конструкцией агрегата</p> <p>З-8 - Назвать основные методы расчета распределения напряжений и деформаций, в том числе при колебаниях деталей</p> <p>З-9 - Изложить методики выбора материалов и назначения величин допускаемых напряжений</p> <p>У-7 - Решать задачи прочности и надежности деталей турбомашин с помощью прикладных программ на ПК</p> <p>П-3 - Использовать навыки работы в современных программных продуктах, позволяющих моделировать и управлять прочностью и надежностью деталей турбомашин</p>

	<p>ПК-5 - Способен пользоваться компьютерными программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельности</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-5 - Сформулировать основные терминологические понятия, связанные с вопросами динамики и прочности деталей турбомашин</p> <p>З-6 - Характеризовать условия работы деталей турбомашин и важнейшие факторы, определяющие их надежность</p> <p>З-7 - Продемонстрировать четкие представления о конструктивных элементах деталей, их связи с общей конструкцией агрегата</p> <p>З-8 - Назвать основные методы расчета распределения напряжений и деформаций, в том числе при колебаниях деталей</p> <p>З-9 - Изложить методики выбора материалов и назначения величин допускаемых напряжений</p> <p>У-7 - Решать задачи прочности и надежности деталей турбомашин с помощью прикладных программ на ПК</p> <p>П-3 - Использовать навыки работы в современных программных продуктах, позволяющих моделировать и управлять прочностью и надежностью деталей турбомашин</p>
<p>Компрессоры ГТУ</p>	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое 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-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>У-5 - Оценивать с использованием показателей энерго- и ресурсоэффективности параметры производственного цикла и продукта и анализировать отклонения</p>

	<p>ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p>У-2 - Анализировать причины отклонения работы оборудования от нормальных режимов</p>
	<p>ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p>У-2 - Анализировать причины отклонения работы оборудования от нормальных режимов</p>
	<p>ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию</p>	<p>З-3 - Описать типовые конструкции и компоновки компрессоров ГТУ, и основы их эксплуатации</p>

	<p>турбоустановок и систем автоматизации ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>У-3 - Оценивать эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы энергоустановок</p> <p>П-3 - Использовать знания о конструкции, принципах работы и физических процессах для работ, связанных с испытаниями, эксплуатацией и обслуживанием этого оборудования</p>
	<p>ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию турбоустановок и систем автоматизации ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-3 - Описать типовые конструкции и компоновки компрессоров ГТУ, и основы их эксплуатации</p> <p>У-3 - Оценивать эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы энергоустановок</p> <p>П-3 - Использовать знания о конструкции, принципах работы и физических процессах для работ, связанных с испытаниями, эксплуатацией и обслуживанием этого оборудования</p>
Конвертированные ГТД	<p>ПК-8 - Способен осуществлять рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов в процессе эксплуатации и ремонта производственных объектов газовой отрасли</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Характеризовать технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного оборудования энергоустановок</p> <p>У-1 - Принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбоустановок</p>
	<p>ПК-8 - Способен осуществлять рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов в процессе эксплуатации и ремонта производственных</p>	<p>З-1 - Характеризовать технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного оборудования энергоустановок</p> <p>У-1 - Принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбоустановок</p>

	<p>объектов газовой отрасли</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	
	<p>ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p>У-1 - Принимать правильные решения при отклонении работы оборудования от нормальных режимов</p>
	<p>ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p>У-1 - Принимать правильные решения при отклонении работы оборудования от нормальных режимов</p>

	<b>компрессорных станций)</b>	
Материаловедение	<p>ПК-2 - Способен принимать участие в подготовке ремонтных работ, проверке технического состояния оборудования и качества ремонтных работ, а также в приемке вновь поступающего на предприятие оборудования</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить свойства материалов для изготовления, анализа работоспособности и восстановления оборудования ГТУ и ГПА</p> <p>У-1 - Выбирать материалы с учетом условий функционирования оборудования</p> <p>П-1 - Использовать навыки сопоставления условий работы ГТУ и свойствами выбираемого материала для изготовления узлов и деталей ГТУ</p>
	<p>ПК-2 - Способен принимать участие в подготовке ремонтных работ, проверке технического состояния оборудования и качества ремонтных работ, а также в приемке вновь поступающего на предприятие оборудования</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить свойства материалов для изготовления, анализа работоспособности и восстановления оборудования ГТУ и ГПА</p> <p>У-1 - Выбирать материалы с учетом условий функционирования оборудования</p> <p>П-1 - Использовать навыки сопоставления условий работы ГТУ и свойствами выбираемого материала для изготовления узлов и деталей ГТУ</p>
Метрология, стандартизация и сертификация	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов,</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p>

	<p>интерпретацию полученных результатов</p>	<p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое 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><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-3 - Характеризовать способы метрологического обеспечения производственной деятельности, контроля количественных и качественных показателей получаемой продукции</p> <p>У-6 - Определять оптимальные способы метрологического сопровождения технологических процессов</p>
<p>Принципы расчета и проектирования газовых турбин</p>	<p>УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде</p>	<p>З-7 - Излагать принципы и обосновывать методы системного подхода для постановки целей, задач и реализации основных стадий проектной деятельности, в том числе с использованием цифровых инструментов</p> <p>У-10 - Определять практическую и теоретическую значимость проектной деятельности на основе системного анализа информации и корректировать</p>



	<p>поставленные задачи с использованием цифровых инструментов</p> <p>П-1 - Выявлять и анализировать проблемную ситуацию, выделяя ее структурные составляющие и связи между ними</p> <p>П-6 - Работая в команде или самостоятельно решать поставленные задачи проектной деятельности на основе системного анализа и с использованием цифровых инструментов</p>
<p>УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>З-1 - Характеризовать базовые принципы системного анализа и принятия решений</p> <p>У-1 - Определять круг задач, цели, основные этапы и направления реализации задач профессиональной, в том числе проектной, деятельности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>У-3 - Вырабатывать алгоритмы решения задач в процессе интеллектуальной деятельности</p>
<p>ПК-5 - Способен демонстрировать умение пользоваться компьютерными программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельности</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-10 - Характеризовать методы расчета и принципы конструирования турбоустановок</p> <p>З-11 - Сформулировать правила выполнения и оформления графической и текстовой конструкторской документации</p> <p>П-4 - Иметь первоначальные навыки расчетов и конструирования деталей и турбоустановок с использованием САПР</p>
<p>ПК-5 - Способен пользоваться</p>	<p>З-10 - Характеризовать методы расчета и принципы конструирования турбоустановок</p>

	<p>компьютерными программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельности</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-11 - Сформулировать правила выполнения и оформления графической и текстовой конструкторской документации</p> <p>П-4 - Иметь первоначальные навыки расчетов и конструирования деталей и турбоустановок с использованием САПР</p>
	<p>ПК-8 - Способен осуществлять рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов в процессе эксплуатации и ремонта производственных объектов газовой отрасли</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>П-1 - Использовать методы повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем энергоустановок при их проектировании</p>
	<p>ПК-8 - Способен осуществлять рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов в процессе эксплуатации и ремонта производственных объектов газовой отрасли</p>	<p>П-1 - Использовать методы повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем энергоустановок при их проектировании</p>

	(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)	
	ПК-11 - Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС  (Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)	З-1 - Описать типовые конструкции оборудования турбоустановок  У-1 - Пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных при проектировании и эксплуатации энергетических машин
	ПК-11 - Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС  (Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)	З-1 - Описать типовые конструкции оборудования турбоустановок  У-1 - Пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных при проектировании и эксплуатации энергетических машин
Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА	ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и	У-2 - Оценить соответствие выбранного технологического оборудования и технологических операций нормам и правилам безопасной эксплуатации, технологическим регламентам и инструкциям  П-3 - Провести диагностику неполадок и определить способы ремонта технологического оборудования

	ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности	
	ПК-2 - Способен принимать участие в подготовке ремонтных работ, проверке технического состояния оборудования и качества ремонтных работ, а также в приемке вновь поступающего на предприятие оборудования  <b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b>	З-2 - Характеризовать основы технологии сборки, монтажа и наладочных испытаний турбоустановок и вспомогательного оборудования  З-3 - Сделать обзор различных видов ремонтов  У-2 - Анализировать условия и режимы работы механизмов  У-3 - Оформлять производственно- техническую документацию на различные виды ремонтов  П-2 - Иметь первоначальный опыт выполнения ремонтов, монтажа, наладки, проведения испытаний и сдачи в эксплуатацию ГПА
	ПК-2 - Способен принимать участие в подготовке ремонтных работ, проверке технического состояния оборудования и качества ремонтных работ, а также в приемке вновь поступающего на предприятие оборудования  <b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b>	З-2 - Характеризовать основы технологии сборки, монтажа и наладочных испытаний турбоустановок и вспомогательного оборудования  З-3 - Сделать обзор различных видов ремонтов  У-2 - Анализировать условия и режимы работы механизмов  У-3 - Оформлять производственно- техническую документацию на различные виды ремонтов  П-2 - Иметь первоначальный опыт выполнения ремонтов, монтажа, наладки, проведения испытаний и сдачи в эксплуатацию ГПА
Теплообменники энергоустановок	ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию	З-4 - Описать типовые конструкции и компоновки теплообменников ГТУ, и основы их эксплуатации

	<p>турбоустановок и систем автоматизации ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>У-3 - Оценивать эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы энергоустановок</p> <p>П-4 - Иметь практические навыки понимания различных тепловых и технологических схем теплообменников ГТУ</p>
	<p>ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию турбоустановок и систем автоматизации ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-4 - Описать типовые конструкции и компоновки теплообменников ГТУ, и основы их эксплуатации</p> <p>У-3 - Оценивать эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы энергоустановок</p> <p>П-4 - Иметь практические навыки понимания различных тепловых и технологических схем теплообменников ГТУ</p>
Управление техническими системами	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по 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>ПК-11 - Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС</p>	<p>З-2 - Изложить основополагающие понятия теорий управления сложными объектами, существо системного подхода к исследованию их динамики в процессах регулирования</p> <p>У-2 - Корректно поставить и компьютерно реализовать исследовательские задачи определения работоспособности и качественных показателей систем регулирования</p>

	<p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>П-3 - Использовать основные методы работы на ПК с прикладными программными средствами компьютерных расчётов динамики и статики систем регулирования</p>
	<p>ПК-11 - Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС</p> <p><b>(Газотурбинное и электротехническое оборудование компрессорных станций)</b></p>	<p>З-2 - Изложить основополагающие понятия теорий управления сложными объектами, существо системного подхода к исследованию их динамики в процессах регулирования</p> <p>У-2 - Корректно поставить и компьютерно реализовать исследовательские задачи определения работоспособности и качественных показателей систем регулирования</p> <p>П-3 - Использовать основные методы работы на ПК с прикладными программными средствами компьютерных расчётов динамики и статики систем регулирования</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Детали машин**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Недошивина Татьяна Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Недошивина Татьяна Анатольевна, Доцент, 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	Составные части проектирования. Принципы и методика конструирования.	Определение машины, механизма, детали, сборочной единицы. Составные части машин. Основные принципы конструирования машин. Составные части и этапы проектирования, алгоритмы проектирования.  Основные критерии работоспособности деталей машин (прочность, износостойкость, жесткость, теплостойкость, виброустойчивость).  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 преемственность. Параметрическая оптимизация. Обеспечение высокой ремонтпригодности. Выполнение требований эргономики и технической эстетики.
P2	Конструирование литых, сварно-литых и механически обрабатываемых деталей.	Выбор толщины стенок отливки. Учет способа формовки. Стержни. Формовочные уклоны. Правила конструирования отливок. Сварно-литые конструкции. Опорные рамы и плиты. Рамы-маслобаки.



		<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.</p> <p>Измерительные базы. Центровые отверстия.</p>
<b>Р3</b>	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.
<b>Р4</b>	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 и допускаемые напряжения. КПД, охлаждение и смазка.</p>
<b>Р5</b>	Конструирование других видов передач движения и механизмов.	<p>Пружины Ременные передачи. Основы расчета. Скольжение в передаче. Плоскоременная и клиноременная передача. Стандартизация в ременных передачах.</p> <p>Фрикционные передачи и вариаторы. Скольжение. Потери и КПД. Пружины. Витые цилиндрические пружины растяжения и сжатия. Расчет пружин. Материалы и допускаемые напряжения.</p>
<b>Р6</b>	Конструирование соединений деталей и узлов машин	<p>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.</p> <p>Заклепочные соединения. Вальцовочные соединения.</p> <p>Сварные соединения. Виды сварных соединений. Правила конструирования сварных соединений. Способы сварки,</p>

		<p>применяемые в турбиностроении (в инертной среде, электронно-лучевая, термодиффузионная и др.). Расчеты на прочность сварных соединений, допускаемые напряжения.</p>
<b>P7</b>	Способы передачи крутящих моментов. Муфты	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<b>P8</b>	Конструирование валов опорных узлов	<p>Расчет валов и осей: классификация валов и осей, определение действующих усилий, расчет на прочность, жесткость, выносливость.</p> <p>Подшипники скольжения при малых окружных скоростях. Конструкция и материалы. Смазка. Подшипники качения: классификация, условия работы, критерии работоспособности. Выбор подшипников качения. Стандартизация подшипников.</p> <p>Смазочные материалы и устройства. Уплотнительные устройства подвижных деталей: сальниковые, манжетные, торцевые, кольцевые, щелевые, лабиринтовые, резьбовые, гидродинамические. Уплотнение стыка неподвижных деталей, имеющих небольшие взаимные деформации.</p>
<b>P9</b>	Проектирование трубопроводов. Арматура.	<p>Условные проходы. Условные давления. Соединения трубопроводов. Типы прокладок. Стандарты и нормы.</p> <p>Трубопроводная арматура, её классификация. Конструкция запорной, регулирующей и предохранительной арматуры для пара, воды и масла в зависимости от параметров среды. Расчет запорной арматуры.</p>
<b>P10</b>	Основы взаимозаменяемости и стандартизация	<p>Функциональная взаимозаменяемость. Внешняя и внутренняя, полная и ограниченная взаимозаменяемость. Эксплуатационная взаимозаменяемость. Взаимозаменяемость</p>

		<p>по геометрическим параметрам. Классификация размеров деталей по назначению. Номинальный и действительный размеры. Предельные отклонения.</p> <p>Системы допусков и посадок. Принципы выбора допусков, посадок и квалитетов точности. Стандартизация и нормализация в машиностроении. Государственные, международные стандарты.</p> <p>Отклонения и допуски формы плоских и цилиндрических поверхностей деталей. Отклонения и допуски расположения поверхностей. Шероховатость поверхностей.</p>
--	--	--

### 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 ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-5 - Способен демонстрировать умение пользоваться компьютерными программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельности	З-2 - Характеризовать основные принципы конструирования двигателей и их узлов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Детали машин

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Детали машин и основы конструирования : учебное пособие.; Тамбовский государственный

технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278004> (Электронное издание)

### Печатные издания

1. Иосилевич, Г. Б.; Детали машин : учеб. для машиностроит. специальностей вузов.; Машиностроение, Москва; 1988 (154 экз.)
2. Орлов, П. И., Учаев, П. Н.; Основы конструирования : справ.-метод. пособие : в 2 кн. Кн. 1. ; Машиностроение, Москва; 1988 (38 экз.)
3. Орлов, П. И., Учаев, П. Н.; Основы конструирования : справ.-метод. пособие : в 2 кн. Кн. 2. ; Машиностроение, Москва; 1988 (30 экз.)
4. Федоренко, В. А., Шошин, А. И.; Справочник по машиностроительному черчению; Альянс, Москва; 2007 (10 экз.)
5. Плотников, П. Н., Недошивина, Т. А., Ларионов, И. Д.; Расчет и проектирование двухступенчатого зубчатого редуктора : учебно-методическое пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2009 (20 экз.)

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Springer Materials Springer Nature <https://materials.springer.com/>

### 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

### Детали машин

### 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 Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Подключение к сети Интернет	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Autodesk Factory Design Suite Ultimate 2013</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	не используется
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Autodesk Factory Design Suite Ultimate 2013</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

			Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
--	--	--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Метрология, стандартизация и**  
**сертификация**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Марковский Валентин Менделеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	турбин и двигателей
2	Марченко Юрий Глебович	без ученой степени, без ученого звания	Преподавате ль	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Марковский Валентин Менделеевич, Старший преподаватель, турбин и двигателей
- Марченко Юрий Глебович, Преподаватель, 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	Стандартизация и сертификация	Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов. Организация работы по стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов. Организационно-методические принципы 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.
P2	Основные сведения об измерении теплоэнергетических параметров и средствах измерений этих параметров	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.
P3	Методы и средства измерения температуры.	Понятие температуры, принципы построения температурных шкал, МПТШ-93. Методы измерения температуры.



		<p>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>
<p><b>P4</b></p>	<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 чувствительных 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. Колокольные дифманометры. Пьезоэлектрические и с тензопреобразователями манометры и дифманометры. Манометры и дифманометры с унифицированным и цифровым выходным электрическим сигналом. Грузопоршневые манометры, правила поверки манометров.</p>
<p><b>P5</b></p>	<p>Методы и средства измерения расхода сред.</p>	<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</p>

		<p>подключения точек отборов давления к дифманометру. Расходомеры постоянного перепада давлeгаш (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>
<b>Р6</b>	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>
<b>Р7</b>	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 теплосчетчики. 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>
<b>Р8</b>	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 щюмотографических газоанализаторов. Основные методы анализа состава жидкостей. Термокондукто-метрический метод анализа растворов и жидкостей. Кондуктометры электродного и безэлектродного типа. Потенциометрический метод анализа жидкостей, примеры конкретного аппаратурного оформления</p>

		приборов данного типа. Оптический метод анализа состава жидкостей. Измерение концентрации газов растворенных в воде.
<b>Р9</b>	Обработка результатов измерений теплотехнических величин	Погрешности измерений. Доверительная вероятность. Абсолютная погрешность. Относительная среднеквадратичная погрешность.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности	З-3 - Характеризовать способы метрологического обеспечения производственной деятельности, контроля количественных и качественных показателей получаемой продукции

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Метрология, стандартизация и сертификация

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Кассандрова, О. Н., Руденко, В. Н.; Обработка результатов наблюдений; Наука, Москва; 1970; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458339> (Электронное издание)

## Печатные издания

1. Димов, Ю. В.; Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров, магистров и дипломир. специалистов в обл. техники и технологии.; Питер, Москва ; СПб. ; Нижний Новгород [и др.]; 2004 (34 экз.)
2. Иванова, Г. М., Кузнецов, Н. Д., Чистяков, В. С.; Теплотехнические измерения и приборы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика".; МЭИ, Москва; 2005 (59 экз.)
3. Кассандрова, О. Н.; Обработка результатов наблюдений : [учеб. пособие для вузов].; Наука, Москва; 1970 (12 экз.)
4. Преображенский, В. П.; Теплотехнические измерения и приборы : [учебник для специальности "Автоматизация теплоэнергет. процессов"]; Энергия, Москва; 1978 (31 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Applied Science & Technology Source EBSCO publishingn <http://search.ebscohost.com>

## 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 УРФУ <http://lib.urfu.ru/>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Метрология, стандартизация и сертификация

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость 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	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM не используется
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32</p> <p>Russian CD-ROM</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG</p> <p>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32</p> <p>Russian CD-ROM</p> <p>не используется</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Конвертированные ГТД**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Комаров Олег Вячеславович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Комаров Олег Вячеславович, Доцент, 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	Введение.	Постановка задач и цель курса. Описание учебно - методического оснащения дисциплины.
P2	Схемы параметры и конструктивные типы энергетических и приводных конвертированных ГТД.	Место газовых турбин в энергетике и нефтегазовом секторе. ГТД малой и средней мощности для развития коммунальной и промышленной энергетики. Особенности энергетических ГТД в одновальном исполнении и со свободной силовой турбиной. Принципы и методы конвертирования ГТД. Требования к конвертированным ГТД. Развитие отечественных авиационных и судовых ГТД. Зарубежные аналоги. Термодинамические циклы и параметры ГТД.
P3	Особенности устройства и обслуживания авиационных и судовых конвертированных ГТД.	Семейство «НК». ГТД СНТК им. Кузнецова. НК-12СТ, НК14СТ, НК-16(18)СТ; НК-36СТ(Э); НК-38СТ. Семейство «ПС». ГТД АО-ОДК "Авиадвигатель" на базе ПС-90А: ПС-90ГП1, ПС-90ГП2, ПС-90ГП-25. ГТД разработки ГПО "Зоря-Машпроект", Украина. Семейство «АЛ» на базе АЛ-31Ф.  Зарубежные ГТД фирм Ролл-Ройс; Пратт-Уитни; Дженерал Электрик. Обозначения ГТУ различных конструкций. Обслуживание, ремонт и эксплуатация конвертированных ГТД. Особенности системы маслоснабжения авиационных и судовых ГТД.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия	З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС  У-1 - Принимать правильные решения при отклонении работы оборудования от нормальных режимов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Конвертированные ГТД

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Жирицкий, Г. С.; Авиационные газовые турбины; Государственное издательство оборонной промышленности, Москва; 1950; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220541> (Электронное издание)
2. Применко, А. Е., Жирицкий, Г. С.; Газовые турбины и применение их в авиации; Государственное издательство оборонной промышленности, Москва; 1950; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222292> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Проскуряков, Г. В.; Приводные ГТУ и конвертированные ГТД для транспорта газа : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 1999 (66 экз.)
2. Комаров, О. В., Ревзин, Б. С.; Газотурбинные двигатели судового типа для энергетических и газотранспортных установок : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2003 (18 экз.)
3. Ревзин, Б. С., Комаров, О. В.; Конвертированные авиационные двигатели, применяемые в



газоперекачивающих и энергетических установках : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2004 (23 экз.)

4. Комаров, О. В., Комаров, О. В.; Авиационные и судовые конвертированные газотурбинные двигатели наземного применения : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 - Энергетическое машиностроение.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (20 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Applied Science & Technology Source EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>

### **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**

### **Конвертированные ГТД**

### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome, Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome, Mozilla Firefox

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Windows Server Datacenter 2012R2 Single MVL 2Proc A Each Academic</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Управление техническими системами**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Марковский Валентин Менделеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавателе ль	турбин и двигателей
2	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:

- Марковский Валентин Менделеевич, Старший преподаватель, турбин и двигателей
- 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

<b>P6</b>	Частотные характеристики типовых звеньев	Усиление и сдвиг фазы как функции частоты входного сигнала.
<b>P7</b>	Устойчивость САР. Алгебраические критерии устойчивости	Корневой критерий качества системы. Критерий Раунса-Гурвица.
<b>P8</b>	Частотные критерии устойчивости.	Критерий Найквиста. Критерий Михайлова
<b>P9</b>	Качество САР	Прямые критерии качества. Косвенные критерии качества. Интегральные критерии качества.

### 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 ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-11 - Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС	<p>З-2 - Изложить основополагающие понятия теорий управления сложными объектами, существо системного подхода к исследованию их динамики в процессах регулирования</p> <p>У-2 - Корректно поставить и компьютерно реализовать исследовательские задачи определения работоспособности и качественных показателей систем регулирования</p> <p>П-3 - Использовать основные методы работы на ПК с прикладными программными</p>

				<p>средствами компьютерных расчётов динамики и статики систем регулирования</p>
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Управление техническими системами**

#### **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. ; Регулирование и автоматизация паровых турбин и газотурбинных установок : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (20 экз.)
2. Веллер, В. Н.; Регулирование и защита паровых турбин; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (28 экз.)
3. Бененсон, Е. И., Бузин, Д. П., Иоффе; Теплофикационные паровые турбины; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (21 экз.)
4. 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**

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.

#### **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>

Интернет-ресурсы: [www.power-m.ru](http://www.power-m.ru); [www.utz.ru](http://www.utz.ru); [www.turboatom.com.ua](http://www.turboatom.com.ua).

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Управление техническими системами**

**Сведения об оснащённости 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  Персональные компьютеры по количеству обучающихся	PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Персональные компьютеры по количеству обучающихся	PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	не используется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	не используется
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome, Mozilla Firefox  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM





**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Материаловедение**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Новиков Валерий Алексеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавателе ль	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Новиков Валерий Алексеевич, Старший преподаватель, 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	Введение	Место курса в области электротехники, энергетики и газотурбостроения. Влияние условий работы энергомашин на материал основных деталей и узлов.
P2	Строение и свойства материалов	<p>Элементы кристаллографии. Кристаллизация материалов. Превращения в твердом состоянии. Строение реальных кристаллов. Основные методы изучения строения и свойств материалов.</p> <p>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> <p>Твердость. Твердость по Бринелю, 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</p>

		<p>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>
<b>Р3</b>	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>
<b>Р4</b>	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>Легированные стали. Легирующие элементы. Влияние легирующих элементов на расширение <math>\alpha</math> и <math>\gamma</math> 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 углерода, связанного в цементит. Белый чугун. Половинчатый чугун.</p>

		<p>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>
<b>P5</b>	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>
<b>P6</b>	Цветные металлы и неметаллические материалы	<p>Титан. Сплавы на основе титана, <math>\alpha</math> - сплавы, <math>\alpha+\beta</math> - 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. Латунь. Двойные латуни. Легирование двойных латуней. Деформируемые двойные латуни. Специальные латуни. 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>
--	--	--

### 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 ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен принимать участие в подготовке ремонтных работ, проверке технического состояния оборудования и качества	З-1 - Перечислить свойства материалов для изготовления, анализа работоспособности и восстановления оборудования

			ремонтных работ, а также в приемке вновь поступающего на предприятие оборудования	ГТУ и ГПА У-1 - Выбирать материалы с учетом условий функционирования оборудования  П-1 - Использовать навыки сопоставления условий работы ГТУ и свойствами выбираемого материала для изготовления узлов и деталей ГТУ
--	--	--	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Материаловедение**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Ржевская, С. В.; *Материаловедение: учебник для вузов : учебник.*; Логос, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89943> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Новиков, В. А.; *Технология производства и монтажа паровых и газовых турбин : учебное пособие.*; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (6 экз.)

2. Новиков, В. А.; *Технология изготовления сопловых и рабочих лопаток турбины : учебное пособие.*; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (10 экз.)

3. Бауман; *Технология производства паровых и газовых турбин : Учебник по спец. "Турбиностроение".*; Машиностроение, Москва; 1973 (21 экз.)

4. Лахтин, Ю. М., Леонтьева, В. П.; *Материаловедение : учеб. для техн. вузов.*; Альянс, Москва; 2009 (107 экз.)

5. , Дальский, А. М., Барсукова, Т. М., Вязов, А. Ф.; *Технология конструкционных материалов : учеб. для студентов машиностроит. вузов.*; Машиностроение, Москва; 2005 (2 экз.)

6. Крылов, О. В.; *Технология двигателестроения : Учеб. пособие. Ч. 1. ;* УГТУ, Екатеринбург; 2000 (26 экз.)

7. Крылов, О. В.; *Технология двигателестроения : Учеб. пособие. Ч. 2. ;* УГТУ, Екатеринбург; 2000 (28 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.

### 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

### Материаловедение

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость 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 Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не используется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	не используется

		санитарными правилами и нормами	
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не используется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не используется
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов 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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Газотурбинные установки**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Неволин Александр Михайлович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Неволин Александр Михайлович, Доцент, 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	Введение	Определение термина «турбоустановка», различия в использовании терминов «турбоустановка», «турбоагрегат», «турбомашина», «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.
<b>P4</b>	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.
<b>P5</b>	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).
<b>P6</b>	Комбинированные парогазовые установки	Термодинамические основы комбинированных парогазовых установок (ПГУ). Циклы и схемы сбросных ПГУ с низконапорным парогенератором (ПГУ с НПГ). Бинарные (утилизационные) ПГУ с утилизационным парогенератором (ПГУ с КУ). Парогазовые установки с высоконапорным парогенератором (ПГУ с ВПГ). 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).

### 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 ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-6 - Способен решать типовые гидродинамические и теплотехнические задачи применительно к различным элементам энергоустаново	З-6 - Изложить физические основы и математические модели теплового расчета энергетических турбомашин и энергетических турбоустановок

				<p>У-5 - Определять эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы оборудования турбоустановок</p> <p>П-5 - Пользоваться навыками проведения тепловых и технико-экономических расчетов по выбору и обоснованию оптимальных режимов работы турбоустановок</p>
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Газотурбинные установки

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Применко, А. Е., Жирицкий, Г. С.; Газовые турбины и применение их в авиации; Государственное издательство оборонной промышленности, Москва; 1950; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222292> (Электронное издание)
2. Комаров, , О. В.; Тепловые и газодинамические расчеты газотурбинных установок : учебно-методическое пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106794.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Ревзин, Б. С.; Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (6 экз.)
2. Ревзин, Б.С., Ревзин, Б. С.; Энергетические газотурбинные установки стационарного типа : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (5 экз.)
3. , Арсеньев, Л. В., Тырышкин, В. Г.; Стационарные газотурбинные установки : Справочник.; Машиностроение, Ленинград; 1989 (28 экз.)
4. Костюк, А. Г.; Газотурбинные установки : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1979 (29 экз.)
5. Ревзин, Резвин, Б. С.; Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа : Справ.

пособие.; Недра, Москва; 1991 (26 экз.)

6. , Ревзин, Б. С.; Стационарные энергетические установки фирмы "Дженерал электрик" : метод. разработка для студентов старших курсов энергет. специальностей.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2005; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1662> (Электронное издание)

7. Ревзин, Б. С., Марковский, В. М., Тарасов, А. В.; Тепловой расчет схем приводных газотурбинных установок на номинальный и переменный режимы работы : Учеб. пособие.; ГОУ УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (3 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.

### **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/>.

Сайт газотранспортной отрасли <http://www.turbunist.ru/>

Официальный интернет-сайт ОАО «Газпром»: <http://www.gazprom.ru/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Газотурбинные установки**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome, Mozilla Firefox
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	не используется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Компрессоры ГТУ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Седунин Вячеслав Алексеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Седунин Вячеслав Алексеевич, Доцент, 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	Введение	Определение термина компрессор. Теоретическое объяснение диффузорных и конфузорных каналов. Принцип работы компрессора в составе сложных циклов.
P2	Принципы работы компрессорной ступени	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.
P3	Многоступенчатые осевые компрессоры	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.



<b>P4</b>	Неустойчивые режимы работы компрессоров	<p>Понятие переменных и переходных режимов.</p> <p>Понятие углов атаки и отставания. Причины изменения углов.</p> <p>Изменение параметров ступени на переменном режиме.</p> <p>Границы применения математической модели. Характеристика компрессорной решётки. Влияние газодинамических и геометрических параметров на ширину диапазона устойчивой работы. Возможное появление неустойчивости.</p> <p>Переход к двумерной постановке: перераспределение параметров по высоте.</p> <p>Отрыв потока. Развитие явления в статике и динамике. Вращающийся срыв. Помпаж.</p> <p>Срывные явления в многоступенчатом компрессоре.</p>
<b>P5</b>	Регулирование компрессоров	<p>Статическая и динамическая задача регулирования компрессора. Использование перепуска воздуха. Применение поворотных направляющих лопаток. Применение многокаскадных компрессоров.</p> <p>Связка компрессор – сеть.</p>
<b>P6</b>	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>
<b>P7</b>	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>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
----------------------------	--------------------	--	-------------	---------------------

деятельности	деятельности			
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия	З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС  У-2 - Анализировать причины отклонения работы оборудования от нормальных режимов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Компрессоры ГТУ

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Шлипченко, З. С.; Насосы, компрессоры и вентиляторы : практическое пособие.; Техніка, Киев; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612737> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Ревзин, Б. С.; Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (6 экз.)

2. , Селезнев, К. П.; Теория и расчет турбокомпрессоров : Учеб. пособие.; Машиностроение, Ленинград; 1986 (22 экз.)

3. Нечаев, Ю. Н.; Теория авиационных газотурбинных двигателей : Учебник для вузов : В 2 ч. Ч. 1. Загл. корешка: Теория авиационных ГТД; Машиностроение, Москва; 1977 (5 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.

#### 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 библиотека УРФУ <http://lib.urfu.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Компрессоры ГТУ

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость 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 Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	FINE™/Turbo & FINE™/Design3D Academic R&D Package + FINE™/Open with OpenLabs Academic R&D Package  AxCent Axial Comprehensive + Axial Comprehensive + CAD Translator
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не используется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	FINE™/Turbo & FINE™/Design3D Academic R&D Package + FINE™/Open with OpenLabs Academic R&D Package

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся	AxCent Axial Comprehensive + Axial Comprehensive + CAD Translator
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся	FINE™/Turbo & FINE™/Design3D Academic R&D Package + FINE™/Open with OpenLabs Academic R&D Package  AxCent Axial Comprehensive + Axial Comprehensive + CAD Translator

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Динамика и прочность турбомашин**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Плотников Петр Николаевич	доктор технических наук, профессор	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:

- Плотников Петр Николаевич, 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	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 турбомашинах.
P2	Рабочие лопатки турбомашин. Расчеты на прочность.	

<b>P2.T1</b>	Конструкции лопаток.	Конструкции рабочих лопаток. Основные элементы лопатки, расчетные сечения и размеры. Геометрические характеристики сечений лопаток и их расчет.
<b>P2.T2</b>	Расчет лопаток на растяжение	Расчет рабочих лопаток на растяжение под действием центробежных сил (для лопаток постоянного и переменного по высоте сечения). Вытяжка лопаток.
<b>P2.T3</b>	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.
<b>P2.T4.</b>	Расчет лопаток на кручение и изгиб.	Термонапряжения. Изгиб и кручение лопаток под действием центробежных сил инерции. Температурные напряжения в лопатках.
<b>P2.T5.</b>	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.
<b>P2.T6.</b>	Расчет на прочность бандажей рабочих лопаток	Расчет на прочность ленточного бандажа и шипа лопатки, Расчет бандажной и антивибрационной полки рабочей лопатки.
<b>P3</b>	Роторы и диски турбомашин.	
<b>P3.T1</b>	Классификации и конструкции.	Классификации и конструкции роторов турбомашин. Конструкции дисков турбин, их классификации. Автофретированные и термофретированные диски. Материалы роторов и дисков.
<b>P3.T2.</b>	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.
<b>P3.T3.</b>	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.
<b>P4.</b>	Корпуса турбомашин	
<b>P4.T1.</b>	Классификации и конструкции корпусов турбомашин	Классификации и конструкции корпусов турбомашин, схемы опирания и обеспечение свободы термических расширений.
<b>P4.T2.</b>	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).

<b>P5.</b>	Системы маслоснабжения турбин и подшипники	
<b>P5.T1</b>	Системы маслоснабжения турбин	Система маслоснабжения газовой турбины. Турбинные масла. Требования к маслам, свойства турбинных масел и их эксплуатационные характеристики.
<b>P5.T2</b>	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.
<b>P6</b>	Колебания механических систем. Колебания лопаток.	
<b>P6.T1</b>	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).
<b>P6.T2.</b>	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.
<b>P6.T3</b>	Колебания вращающихся рабочих лопаток	Частота собственных колебаний вращающейся лопатки. Формы колебаний пакетов лопаток. Напряжения в лопатке при колебаниях. Пакетный множитель, Час гота собственных колебаний лопаток переменного профиля. Крутильные колебания лопаток.
<b>P6.T4.</b>	Вибронадежность лопаточного аппарата.	Вибронадежность лопаточного аппарата,  О частотной отстройке лопаток. Вибрационная диаграмма.
<b>P7.</b>	Колебания дисков.	
<b>P7.T1.</b>	Колебания дисков.	Формы колебаний дисков. Уравнение изгиба диска при колебаниях. Колебания вращающихся дисков. Диаграмма колебаний вращающегося диска.
<b>P8.</b>	Колебания роторов и валов турбомашин	
<b>P8.T1</b>	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.
<b>P8.T2.</b>	Колебания роторов	Влияние различных факторов на критические частоты вращения валов турбомашин. Причины колебаний роторов турбомашин.



<b>Р8.Т3</b>	Автоколебания роторов турбомашин.	Самовозбуждающиеся колебания ротора за счет сил масляного возбуждения. Самовозбуждающиеся колебания ротора за счет венцовых сил.
<b>Р8.Т4.</b>	Вибрационное состояние турбоагрегатов	Анализ вибрационного состояния турбоагрегатов. Нормирование вибрации. Нормы вибрации подшипников и валопроводов турбин. Меры снижения вибрации турбоагрегатов.
<b>Р8.Т5.</b>	Вибронадежность турбомашин	Устойчивость роторной системы. Влияние балансировки и неустойчивости свойств ротора на его вибрацию. Крутильные колебания ротора.

### 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 ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-5 - Способен демонстрировать умение пользоваться компьютерными программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельности	З-5 - Сформулировать основные терминологические понятия, связанные с вопросами динамики и прочности деталей турбомашин У-7 - Решать задачи прочности и надежности деталей турбомашин с помощью прикладных программ на ПК П-3 - Использовать навыки работы в современных программных продуктах, позволяющих моделировать и управлять прочностью и надежностью деталей

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Динамика и прочность турбомашин

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Орлов, П. И.; Динамика, конструкция и расчет на прочность авиационных двигателей 1. ; Государственное издательство оборонной промышленности, Москва; 1940; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213778> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Костюк, А. Г.; Динамика и прочность турбомашин : Учебник для студентов вузов по спец. "Турбиностроение".; Машиностроение, Москва; 1982 (23 экз.)
2. Костюк, А. Г.; Сборник задач по динамике и прочности турбомашин : учебное пособие для студентов [вузов], обучающихся по специальностям "Турбиностроение" и "Динамика и прочность машин".; Машиностроение, Москва; 1990 (20 экз.)
3. Манушин, Э. А., Малинин, Н. Н., Суровцев, И. Г.; Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок : Учеб. пособие для вузов.; Машиностроение, Москва; 1990 (11 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Web of Science Core Collection Web of Scienc <http://apps.webofknowledge.com/>

#### 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 УРФУ <http://lib.urfu.ru>

Интернет-ресурсы: [www.power-m.ru](http://www.power-m.ru); [www.utz.ru](http://www.utz.ru); [www.turboatom.com.ua](http://www.turboatom.com.ua).

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Динамика и прочность турбомашин

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------	--------------	---	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
3	Семинарские занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
4	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
5	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
6	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не используется

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
7	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	не используется
8	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Принципы расчета и проектирования**  
**газовых турбин**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Комаров Олег Вячеславович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Комаров Олег Вячеславович, Доцент, 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	Введение.	Постановка задач и цель курса. Описание учебно-методического оснащения дисциплины.
P2	Проектирование и характеристики газовых турбин.	<p>2.1. Газовая турбина - важная часть ГТУ. Значение внутреннего КПД для турбины ГТУ. Особенности ступеней, характерные для газовых турбин. Выбор осевой скорости угловых выходов 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.</p> <p>2.2. Газодинамический расчет ступени и турбины. Оптимизации 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</p>

		<p>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>
<b>Р3</b>	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>
<b>Р4</b>	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-плёночного 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 ротора 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.</p>



<b>Р5</b>	Заключение.	Перспективы применения газотурбинных установок в промышленности: для транспорта газа, большой и малой энергетики.
<b>Р6 .</b>	Особенности теплового и газодинамического расчета газовых турбин	Газодинамический расчет газовой турбины, определение основных геометрических характеристик проточной части турбины, размеров переходных и выходных патрубков.

### 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 ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-11 - Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС	З-1 - Описать типовые конструкции оборудования турбоустановок У-1 - Пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных при проектировании и эксплуатации энергетических машин

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Принципы расчета и проектирования газовых турбин

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Жирицкий, Г. С.; Авиационные газовые турбины; Государственное издательство оборонной промышленности, Москва; 1950; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220541> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Ревзин, Б.С., Ревзин, Б. С.; Энергетические газотурбинные установки стационарного типа : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (5 экз.)

2. ; Паровые и газовые турбины: Сборник задач : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1987 (25 экз.)
3. , Арсеньев, Л. В., Тырышкин, В. Г.; Стационарные газотурбинные установки : Справочник.; Машиностроение, Ленинград; 1989 (28 экз.)
4. Ревзин, Резвин, Б. С.; Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты; Недра, Москва; 1986 (38 экз.)
5. Ревзин, Резвин, Б. С.; Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа : Справ. пособие.; Недра, Москва; 1991 (26 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.

### **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**

### **Принципы расчета и проектирования газовых турбин**

#### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome, Mozilla Firefox

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не используется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не используется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не используется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Газотурбинные газоперекачивающие**  
**агрегаты**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Артемова Татьяна Георгиевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	турбин и двигателей
2	Недошивина Татьяна Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей
3	Скороходов Александр Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Скорыходов Александр Владимирович, Старший преподаватель, 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	Введение	Место курса в области газотурбостроения, применяемые и перспективные схемы приводных ГТУ. Стоимость жизненного цикла.
P2	Переменные режимы турбомашин	Переменный режим работы осевых компрессоров. Использование Стоимость жизненного цикла. Изменение расхода через турбину в зависимости от начальных и конечных параметров. Графическое представление . Изменение тепловых перепадов в различных ступенях и отсеках турбины на переменном режиме. Балансы расходов, степеней сжатия и расширения, мощностей отсеков турбин, компрессоров и нагрузки по валам. Приведенные расход и мощность ГТУ при изменении параметров атмосферного воздуха. Регулируемые и ограничиваемые параметры ГТУ. Располагаемая мощность привода. Оптимальная программа регулирования. Использование регулируемого соплового аппарата СТ в приводных ГТУ.

<p><b>Р3</b></p>	<p>Центробежные нагнетатели природного газа (ЦНПГ)</p>	<p>Промежуточная и концевая ступени ЦНПГ.  Характерные геометрические параметры ступени ЦНПГ. торцевого типа. Сухие уплотнения.  Переменный режим ЦНПГ и виды характеристик.  Определение потребляемой мощности и КПД ЦН.  Кинематика потока на входе и выходе рабочего колеса ступени ЦНПГ.  Коэффициенты расхода, коэффициент теоретического напора и коэффициент удельной быстроходности ступени ЦН.  Входные устройства ЦН, ННА и ВРА.  Определяющие параметры рабочих колес ступени ЦН.  Влияние углов <math>\alpha</math> и <math>\beta</math> на напор и характеристику ступени ЦН.  Технологические типы рабочих колес ЦН.  Решетки лопаток рабочих колес ЦН.  Влияние относительной ширины рабочих колес <math>\beta</math> на показатели ступени ЦН.  Статическая и динамическая прочность рабочих колес ЦН.  Безлопаточные и лопаточные диффузоры ступени ЦН.  Обратные направляющие аппараты. Сборные камеры и улитки ЦН.  Помпаж в ЦНПГ; причины; предотвращение.  Корпуса ЦНПГ. Соединение крышки и корпуса ЦН.  Консольные и межопорные роторы ЦНПГ.  Осевые усилия на роторы ЦН. Виды разгрузок.  Электромагнитный подвес роторов.  Уплотнения ЦН втулочного и Сменные проточные части ЦН и их влияние на характеристики.</p>
<p><b>Р4</b></p>	<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>

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-9 - Способен анализировать ход технологических процессов и состояние ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС и принимать меры по выполнению правил эксплуатации оборудования и систем в соответствии с технической документацией и действующим стандартом предприятия	З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования ГКС

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618448> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Ревзин, Б. С.; Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (6 экз.)
2. Ревзин, Резвин, Б. С.; Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты; Недра, Москва; 1986 (38 экз.)
3. Проскураков, Г. В.; Приводные ГТУ и конвертированные ГТД для транспорта газа : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 1999 (66 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.

#### 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 УрФУ <http://lib.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не используется
3	Лабораторные занятия	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	Не используется



		санитарными правилами и нормами	
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Не используется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Не используется
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами  Подключение к сети Интернет	Google Chrome, Mozilla Firefox

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Новиков Валерий Алексеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавателе ль	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Новиков Валерий Алексеевич, Старший преподаватель, 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	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.
P2	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.

		<p>Центровка корпусов турбин. Оптические и оптико-электронные методы. Пригонка и центровка вкладышей подшипников.</p> <p>Центровка роторов.</p> <p>Пригонка и центровка обойм и диафрагм в цилиндрах. Сборка упорного подшипника. Контроль зазоров в проточной части.</p> <p>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.</p> <p>Ревизия после испытания. Исправление дефектов. Консервация. Упаковка. Оправка.</p>
<b>P4</b>	Испытание турбин на заводском стенде	<p>Цель испытания. Подготовка турбин и стенда к испытанию. Организация испытания. Последовательность и содержание стендовых испытаний. Наблюдения и замеры, выполняемые при испытаниях.</p> <p>Ревизия после испытания. Исправление дефектов. Консервация. Упаковка. Оправка.</p>
<b>P5</b>	Монтаж турбины	<p>Подготовительные работы для проведения монтажа. Проект производства работ. Монтажные формуляры и акты.</p> <p>Подготовка и проверка фундамента.</p> <p>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.</p>
<b>P6</b>	Ремонт турбин	<p>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.</p>
<b>P7</b>	Пуск и наладка турбоагрегата после монтажа	<p>Предпусковые работы. Пуск турбины и испытания на холостом ходу. Нагружение турбины. Останов турбины. Сдача турбоагрегата в эксплуатацию.</p>

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен принимать участие в подготовке ремонтных работ, проверке технического состояния оборудования и качества ремонтных работ, а также в приемке вновь поступающего на предприятие оборудования	З-3 - Сделать обзор различных видов ремонтов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Бушуев, М. Н.; Технология производства турбин : практическое пособие.; Машиностроение, Москва; 1966; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563420> (Электронное издание)

#### Печатные издания

- Новиков, В. А.; Технология производства и монтажа паровых и газовых турбин : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (6 экз.)
- Новиков, В. А.; Технология изготовления сопловых и рабочих лопаток турбины : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (10 экз.)
- Бауман; Технология производства паровых и газовых турбин : Учебник по спец. "Турбиностроение".; Машиностроение, Москва; 1973 (21 экз.)
- Цигельник, А. Д.; Сборка газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (21 экз.)
- Цигельник, А. Д.; Монтаж, наладка и ремонт газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (20 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.

#### 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**

### **Сборка, монтаж, ремонт и наладка ГПА**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Не используется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не используется

4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не используется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не используется
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теплообменники энергоустановок**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Горюнова Ирина Юрьевна	к.т.н., доцент	доцент	Турбины и двигатели

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Горюнова Ирина Юрьевна, доцент, Турбины и двигатели

## 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	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.
P2	Общие положения	Классификация теплообменных аппаратов. Виды расчетов теплообменников: конструкторский и поверочный, тепловой, гидравлический, прочностной.
P3	Требования к теплообменникам	Интенсификация теплообмена, гидравлическое сопротивление, оптимальные скорости движения теплоносителей, герметичность трактов теплообменных аппаратов, простота обслуживания и ремонта, компоновка теплообменников.
P4	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.
P5	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, деаэрагор.

<b>Р6</b>	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
-----------	--	--

### 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 ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию турбоустановок и систем автоматизации ГКС	<p>З-4 - Описать типовые конструкции и компоновки теплообменников ГТУ, и основы их эксплуатации</p> <p>У-3 - Оценивать эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы энергоустановок</p> <p>П-4 - Иметь практические навыки понимания различных тепловых и технологических схем теплообменников ГТУ</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Теплообменники энергоустановок

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Поздеев, А. Г.; Динамические теплообменники : монография.; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560552> (Электронное издание)

## Печатные издания

1. , Ниренштейн, М. А., Бродов, Ю. М., Богатова, Т. Ф.; Теплообменники энергетических установок : иллюстративное прил. к учебнику для студентов специальностей: 10.14.00 - Газотурбин., паротурбин. установки и двигатели; 10.05.00 - Тепловые электр. станции; 10.10.00 - Атом. электр. станции и установки.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (24 экз.)
2. Горюнова, И. Ю., Недошивина, Т. А.; Котельные установки ПТУ И ПГУ : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.03, 13.04.03 - Энергетическое машиностроение.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (10 экз.)
3. , Ниренштейн, М. А., Бродов, Ю. М., Богатова, Т. Ф.; Теплообменники энергетических установок : иллюстративное прил. к учебнику для студентов специальностей: 10.14.00 - Газотурбин., паротурбин. установки и двигатели; 10.05.00 - Тепловые электр. станции; 10.10.00 - Атом. электр. станции и установки.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (24 экз.)
4. ; Теплообменные аппараты в системах регенеративного подогрева питательной воды паротурбинных установок : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 1998 (5 экз.)
5. Резников, М. И.; Паровые котлы тепловых электростанций : Учебник для вузов.; Энергоиздат, Москва; 1981 (23 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.

## 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

### Теплообменники энергоустановок

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость 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	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<p>Не используется</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<p>Не используется</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Windows Server Datacenter 2012R2 Single MVL 2Proc A Each Academic</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Автоматическое регулирование ГТУ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Артемова Татьяна Георгиевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	турбин и двигателей
2	Марковский Валентин Менделеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	турбин и двигателей
3	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:

- Артемова Татьяна Георгиевна, Старший преподаватель, турбин и двигателей
- Марковский Валентин Менделеевич, Старший преподаватель, турбин и двигателей
- 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	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 энергетических ГТУ	Назначение и задачи системы регулирования и защиты энергетической ГТУ. Общие задачи САР и З энергетических ГТУ и паротурбинных турбогенераторов.
P5	Особенности регулирования ГТУ газоперекачивающих агрегатов	Поддержание на предельно заданном уровне давления на выходе компрессорной станции. Влияние аккумулирующей способности газопровода на процесс регулирования ГТУ. Совместная работа ГПА на компрессорной станции

<b>P6</b>	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.
<b>P7</b>	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.
<b>P8</b>	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
<b>P9</b>	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
<b>P10</b>	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
<b>P11</b>	Электронные (электрогидравлические и электро-механические) системы автоматического регулирования	Преимущества использования микропроцессоров в САР ГТУ. Устройство электронно-механической системы регулирования. Работа системы регулирования

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-13 - Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию турбоустановок и систем автоматизации ГКС	З-2 - Описать средства и системы автоматизации и механизации энергоустановок У-2 - Выбирать и обосновывать оптимальные виды техпроцессов и управлять ими с помощью вычислительной техники, микропроцессоров и систем автоматики

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Автоматическое регулирование ГТУ

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Шевяков, А. А.; Автоматическое регулирование авиадвигателей; Оборонгиз, Москва; 1961; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213943> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. ; Регулирование и автоматизация паровых турбин и газотурбинных установок : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (20 экз.)
2. , Бродов, Ю. М., Кортенко, В. В.; Паровые турбины и турбоустановки Уральского турбинного завода; Априо, Екатеринбург; 2010 (5 экз.)
3. Веллер, В. Н.; Регулирование и защита паровых турбин; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (28 экз.)
4. Бененсон, Е. И., Бузин, Д. П., Иоффе; Теплофикационные паровые турбины; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (21 экз.)
5. 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

IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;

Библиокомплектатор: <http://www.bibliocomplectator.ru/available>.



## 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 ГТУ

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость 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 Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	не используется
2	Практические занятия	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
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

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

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
--	--	---	--