

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
1156445	Моделирование и исследование рабочих процессов в турбоустановках

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели	Код ОП 1. 13.04.03/33.01
Направление подготовки 1. Энергетическое машиностроение	Код направления и уровня подготовки 1. 13.04.03

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Комаров Олег Вячеславович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей
2	Рябчиков Александр Юрьевич	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	турбин и двигателей
3	Седунин Вячеслав Алексеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	турбин и двигателей
4	Скороходов Александр Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Моделирование и исследование рабочих процессов в турбоустановках

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль содержит дисциплины, направленные на изучение основных сведений о современных и перспективных численных методах исследований физических процессов в энергетическом машиностроении, применяемого программного обеспечения, и перспективах его использования при проектировании газотурбинных установок, также рассматриваются вопросы организации и проведения экспериментальных исследований турбоустановок.

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	Моделирование физических процессов в турбомашинах	6
2	Экспериментальные исследования, испытания и наладка энергоустановок	4
ИТОГО по модулю:		10

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Моделирование физических процессов в турбомашинах	УК-4 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и	З-1 - Определять специфику, разновидности, инструменты и возможности современных коммуникативных технологий для академического и профессионального взаимодействия

	<p>профессионального взаимодействия</p>	<p>З-2 - Излагать нормы и правила составления устных и письменных текстов для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках</p> <p>У-1 - Анализировать и оценивать письменные и устные тексты для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках на соответствие правилам и нормам и корректировать их</p> <p>У-2 - Воспринимать и анализировать содержание письменных и устных текстов на родном и иностранном (ых) языках с целью определения значимой информации</p> <p>У-3 - Выбирать инструменты современных коммуникативных технологий для эффективного осуществления академического и профессионального взаимодействия</p> <p>П-1 - Составлять устные и письменные тексты для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках в соответствии с правилами и нормами</p> <p>П-2 - Осуществлять поиск вариантов использования инструментов современных коммуникативных технологий для решения проблемных ситуаций академического и профессионального взаимодействия</p> <p>Д-1 - Проявлять доброжелательность и толерантность по отношению к коммуникативным партнерам</p>
	<p>УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>З-1 - Сделать обзор угроз информационной безопасности, основных принципов организации безопасной работы в информационных системах и в сети интернет</p> <p>З-2 - Описать способы и средства защиты персональных данных и данных в организации в соответствии с действующим законодательством</p> <p>З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач</p>

		<p>У-1 - Определять основные угрозы безопасности при использовании информационных технологий и выбирать оптимальные способы и средства защиты персональных данных и данных организации от мошенников и вредоносного ПО</p> <p>У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач</p> <p>П-1 - Обосновать выбор технических и программных средств защиты персональных данных и данных организации при работе с информационными системами на основе анализа потенциальных и реальных угроз безопасности информации</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности</p>
	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>

	<p>ПК-2 - Способен применить современные интегрированные информационные технологии, используя концепции CALS-систем и сквозного автоматизированного проектирования в интегрированной среде PDM/PLM-систем, CAD-систем для анализа новых направлений исследований, планирования исследований, проведения и контроль реализации внедрения результатов научных исследований и опытно-конструкторских разработок конструкций основного и вспомогательного оборудования конкурентоспособных ПТ и ПТУ</p>	<p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p> <p>З-5 - Назначение систем инженерного анализа; области применения методов конечных элементов и конечных объемов в системах инженерного анализа; назначение технологий управления данными об изделии</p> <p>З-6 - Основные понятия используемые для описания рабочих процессов в энергетических установках, аппаратах и машинах</p> <p>З-7 - Основные понятия и термины, используемые в моделировании процессов, в частности проектных операций и процедур</p> <p>З-8 - Основные понятия, связанные с методологией проведения исследований и экспериментов</p> <p>З-9 - Критерии подобия и методы моделирования физических процессов</p> <p>З-10 - Принципы выбора моделей и расчётных схем динамических систем в зависимости от условий работы и конструктивных особенностей энергоустановок</p> <p>З-11 - Основы прочностных, тепловых и газодинамических, а также вибродиагностических расчетов энергоустановок</p> <p>З-12 - Особенности расчета деталей энергоустановок с учетом специфики поведения их в реальных условиях эксплуатации</p> <p>З-13 - Алгоритмы и математические модели, используемые при моделировании рабочих процессов энергоустановок</p> <p>З-14 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>У-1 - Анализировать информацию, получаемую с помощью компьютерных технологий, и принимать решения в соответствии с ней</p>
--	---	--

		<p>У-2 - Использовать компьютерные технологии для организации коллективной деятельности</p> <p>У-3 - Анализировать бизнес-процессы с помощью методов функционального моделирования</p> <p>У-4 - Выполнять прочностные и тепловые расчеты элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей</p> <p>У-5 - Работать в интегрированной среде PDM/PLM-систем и CAD-систем</p> <p>У-6 - Разрабатывать конструкции конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества с использованием САПР</p> <p>У-7 - Определять энергетические задачи, которые необходимо решать с помощью ПК</p> <p>У-8 - Решать энергетические задачи с помощью прикладных программ на ПК</p> <p>У-9 - Использовать методы применения САПР при проектировании энергоустановок</p> <p>У-10 - Осуществлять статистическую обработку результатов исследований</p> <p>У-11 - Обобщать полученные результаты исследований</p> <p>У-12 - Пользоваться вычислительной техникой и основными программными продуктами</p> <p>У-13 - Определять параметры и характеристики, в т.ч. граничные условия для составления и решения уравнений математических моделей процессов, явлений и объектов профессиональной сферы</p> <p>У-14 - Строить геометрическую твердотельную, трехмерную модель деталей энергоустановок</p> <p>У-15 - Проводить численное моделирование рабочих процессов энергоустановок с помощью современных программных комплексов</p>
--	--	--

		<p>У-16 - Составлять программу численных исследований рабочих процессов энергоустановок; анализировать результаты численного моделирования рабочих процессов и на их основе предлагать меры по совершенствованию энергоустановок</p> <p>У-17 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> <p>П-1 - Опыт применения методологией функционального моделирования</p> <p>П-2 - Опыт применения метода конечно-элементного анализа элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей</p> <p>П-3 - Владеет приемами автоматизации процессов проектирования объектов профессиональной деятельности</p> <p>П-4 - Владеет приемами автоматизированного проектирования с использованием Creo Parametric и Windchill</p> <p>П-5 - Владеет навыками работы в современных программных продуктах, позволяющих проектировать, моделировать и управлять жизненным циклом энергетических установок</p> <p>П-6 - Владеет приемами автоматического проектирования с использованием САПР</p> <p>П-7 - Владеет способами визуализации экспериментальных и расчетных данных</p> <p>П-8 - Владеет основными методиками моделирования рабочих процессов энергоустановок</p> <p>П-9 - Владеет навыками работы в современных программных комплексах для моделирования рабочих процессов энергоустановок</p> <p>П-10 - Владеет способами выполнения численных расчетов рабочих процессов энергоустановок и их анализа</p>
--	--	---

		<p>П-11 - Владеет методами постановки задачи численного моделирования рабочих процессов энергоустановок</p> <p>П-12 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p> <p>Д-1 - Проявлять развитую мотивацию к учебной и трудовой деятельности</p> <p>Д-2 - Проявлять настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход</p>
<p>Экспериментальные исследования, испытания и наладка энергоустановок</p>	<p>УК-3 - Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание общих форм организации командной деятельности</p> <p>З-3 - Характеризовать виды командных стратегий, факторы формирования успешной команды для эффективной деятельности</p> <p>У-1 - Координировать взаимодействия и эффективные коммуникации в команде для достижения общего результата в командной работе</p> <p>У-2 - Формулировать цели и задачи командной работы, определять последовательность действий по их достижению</p> <p>У-3 - Анализировать виды командных стратегий для достижения целей работы команды</p> <p>П-1 - Разрабатывать стратегию командной работы с учетом целей и моделировать эффективное взаимодействие членов команды в соответствии со стратегией</p> <p>П-2 - Обосновать выбор членов команды и распределения полномочий (функций) ее членов, координировать взаимодействия членов команды</p> <p>Д-1 - Проявлять организаторские качества, коммуникабельность, толерантность</p> <p>Д-2 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>

	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>З-4 - Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>П-2 - Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
--	--	--

1.5. Форма обучения

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование физических процессов в
турбомашинах

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Комаров Олег Вячеславович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей
2	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:

- Комаров Олег Вячеславович, Доцент, турбин и двигателей
- 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	Постановка задачи численного эксперимента	
P1.T1	Постановка задачи численного эксперимента.	Обоснование необходимости и целесообразности численного эксперимента. Необходимость понимания адекватности численного эксперимента, его возможностей по предсказанию стационарных и нестационарных физических процессов, понимания его точности.
P1.T2	Формирование задачи численного исследования	Сбор теоретических, экспериментальных, расчётных данных об исследуемом явлении; определение типа решаемой задачи и физических процессов, происходящих в объекте исследования.
P1.T3	Структура расчётного исследования.	Единая структура построения расчётной модели, взаимосвязи между элементами.
P2	Основы физического и математического моделирования	
P2.T1	Базовые принципы метода конечных элементов.	Базовые принципы метода конечных элементов. Метод конечных объёмов

P2.T2	Основные уравнения	Основные уравнения, используемые при расчётном исследовании аэродинамических процессов в турбомашинах.
P3	Использование прикладных программ для исследования процессов в турбомашинах	
P3.T1	Обзор современных программных комплексов для исследования физических процессов в турбомашинах	Ansys-Fluent, Numeca, Star CD, возможности конвертирования форматов и сопоставления результатов.
P3.T2	Подготовка модели	Импорт геометрии исследуемой модели. Построение расчётной сетки конечных элементов. Допущения, особенности при импорте моделей и построении сеток.
P3.T3	Построение расчётной модели для лопаток турбомашин	Импорт лопатки. Особенности. Ограничения. Используемые форматы файлов. Специальные приложения для построения расчётной сетки лопаточных машин.
P3.T4	Постановка задачи расчётного исследования.	Задание граничных условий. Особенности постановки расчёта. Параметры настройки. Возможные причины получения некорректного результата.
P3.T5	Обработка результатов численного эксперимента.	Обработка результатов численного эксперимента. Получение картины распределения характерных параметров. Оценка погрешностей.
P3.T6	Сопряжённые задачи	Постановка задачи теплообмена. Постановка нестационарной задачи.
P4	Практические особенности использования численного эксперимента в инженерной практике	
P4.T1	Верификация расчётных методов.	Допустимость сопоставления результатов различных исследований: различия в математическом моделировании до- и сверхзвуковых течений, и связанные с этим различия в постановке задачи и верификации метода; приведение параметров рабочего тела к единому стандарту.
P4.T2	Границы адекватности численного эксперимента	Границы адекватности численного эксперимента. Баланс между требуемыми вычислительными мощностями и качеством расчёта. Расчёт смежных задач (мультифизических проблем): аэродинамика-теплообмен-прочность. Оценка величины погрешности в зависимости от учёта отдельных факторов, подробности расчётной модели.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

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

			-	-
--	--	--	---	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование физических процессов в турбомашинах

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Моделирование физических процессов в ядерных реакторах : лабораторный практикум.; Издательство Томского политехнического университета, Томск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442771> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Кампти, Кампти Н., Гельмедов, Ф. Ш., Савин, Н. М.; Аэродинамика компрессоров; Мир, Москва; 2000 (1 экз.)
2. Сироткин, Я. А.; Аэродинамический расчет лопаток осевых турбомашин; Машиностроение, Москва; 1972 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

Моделирование физических процессов в турбомашинах

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Adobe Reader XI – свободное ПО</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>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Adobe Reader XI – свободное ПО</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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (25 tasks)</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Adobe Reader XI – свободное ПО</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	Не требуется

		соответствии с количеством студентов	
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES WaterSteamPro 6.5 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Экспериментальные исследования,
испытания и наладка энергоустановок

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Рябчиков Александр Юрьевич	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	турбин и двигателей
2	Скороходов Александр Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший 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:

- Рябчиков Александр Юрьевич, Профессор, турбин и двигателей
- Скороходов 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	Понятие эксперимента. Роль экспериментальных исследований в развитии техники. Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Общие вопросы организации исследований турбоустановок	Виды и цели исследований ГТУ. Программа испытаний как основной документ, определяющий результаты испытаний. Стенды для испытаний ГТУ и их оборудование. Характеристики ГТУ, подлежащие исследованиям.
P3	Измерения при исследованиях турбоустановок	Процессы и рабочие тела ГТУ. Измерение давлений, температур, расходов. Измерения в потоках. Определение мощности ГТУ. Определение параметров топлива ГТУ. Автоматизация сбора и обработки данных промышленных экспериментов.
P4	Вопросы методологии исследований	Погрешности приборов, их природа, методы коррекции. Статистические характеристики результатов измерений. Планирование экспериментов. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент.
P5	Обработка результатов испытаний турбоустановок	Первичная обработка. Получение значений искомых величин испытаний. Приведение результатов испытаний к расчетным условиям.

Р6	Исследование отдельных узлов и аппаратов турбоустановок	Исследование камер сгорания ГТУ. Исследование теплообменных аппаратов ГТУ. Исследования центробежных нагнетателей природного газа в составе ГПА.
Р7	Специальные исследования	Вибрационные и акустические исследования. Исследование напряжений и деформаций деталей статора и ротора. Исследование полей температур деталей.
Р8	Заключение	Перспективы развития экспериментальных исследований турбоустановок. Новые формы постановки и обработки результатов экспериментов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

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

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальные исследования, испытания и наладка энергоустановок

Электронные ресурсы (издания)

1. Осипов, Е., Е.; Экспериментальные исследования межтурбинных переходных каналов авиационных двигателей и газотурбинных установок : учебное пособие.; ОГУ, Оренбург; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259300> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ольховский, Г. Г.; Тепловые испытания стационарных газотурбинных установок; Энергия, Москва; 1971 (2 экз.)
2. Сахаров, А. М.; Тепловые испытания паровых турбин; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (17 экз.)
3. Петунин, А. Н.; Методы и техника измерений параметров газового потока; Машиностроение, Москва; 1996 (1 экз.)
4. Горский, В. Г.; Планирование промышленных экспериментов (модели статики); Metallurgy, Москва; 1974 (2 экз.)
5. Преображенский, В. П.; Теплотехнические измерения и приборы : [учебник для специальности "Автоматизация теплоэнергет. процессов"]; Энергия, Москва; 1978 (34 экз.)
6. Рабинович, С. Г.; Погрешности измерений; Энергия, Ленинград; 1978 (7 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

Экспериментальные исследования, испытания и наладка 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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES WaterSteamPro 6.5 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES WaterSteamPro 6.5 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО

3	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>Microsoft WindowOffice 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Adobe Reader XI – свободное ПОs 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
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>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 WindowOffice 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Adobe Reader XI – свободное ПОs 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>