

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 |
|------------|--|
| 1162480 | Специальные вопросы проектирования и конструирования газотурбинных установок |

Екатеринбург

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|---|--|
| Образовательная программа 1. Системный инжиниринг и цифровое проектирование | Код ОП 1. 07-29.03.01/33.01 |
| Направление подготовки 1. Энергетическое машиностроение; 2. Инженерные науки | Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.03; 2. 07-29.03.01 |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|
| 1 | Комаров Олег Вячеславович | кандидат технических наук, доцент | Заведующий кафедрой | турбин и двигателей |
| 2 | Недошивина Татьяна Анатольевна | кандидат технических наук, доцент | Доцент | турбин и двигателей |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Специальные вопросы проектирования и конструирования газотурбинных установок**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль является завершающим в получении знаний по вопросам проектирования и конструирования газотурбинных двигателей силовых установок, рассматриваются конструкции, принципы функционирования, показатели, условия работы систем ГТД. В содержании модуля раскрываются практические вопросы, связанные с проектированием двигателей, рассматривает комплекс теоретических знаний и технических решений, связанных с компоновкой двигателей, динамическим и прочностным анализом их механизмов и узлов, а также с обеспечением заданных ресурса и надежности.

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 | Компрессоры ГТУ | 3 |
| 2 | Принципы расчета и проектирования газовых турбин | 5 |
| 3 | Конвертированные ГТД | 3 |
| 4 | Производство, ремонт и испытания ГТД | 3 |
| 5 | Камеры сгорания | 3 |
| ИТОГО по модулю: | | 17 |

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

| | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Пререквизиты модуля | 1. Теоретические основы турбостроения |
| Постреквизиты и кореквизиты модуля | 1. Динамика и прочность турбомашин |

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 |
|-----------------|--|--|
| Камеры сгорания | <p>ПК-10 - Способен принимать обоснованные решения о конструктивном исполнении деталей и узлов газотурбинной техники, используя методы тепловых, и газодинамических расчетов и цифровые инструменты</p> | <p>З-2 - Сформулировать законы термо- и газодинамики, основные закономерности термо- и газодинамических процессов в газотурбинных установках</p> <p>З-4 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования газотурбинной техники</p> <p>У-3 - Выполнить термодинамический расчет цикла ГТУ при различных исходных данных</p> <p>У-4 - Решать отдельные теплогидравлические задачи применительно к различным элементам газотурбинной техники</p> <p>П-2 - Предлагать методы повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем газотурбинных установок</p> |
| | <p>ПК-12 - Способен разрабатывать математические и имитационно-информационные модели характеристик и режимов работы двигателей силовых установок авиационной техники, в том числе для оптимизации их конструкции</p> | <p>З-2 - Изложить физические основы и математические модели процессов преобразования энергии и теплового, гидравлического и газодинамического расчетов энергетических машин и турбоустановок</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы расчетов конструкций двигателей силовых установок с применением методов математического и информационного моделирования</p> <p>П-3 - Предлагать варианты оптимизации параметров конструкций, характеристик и режимов работы оборудования на основе данных моделирования</p> |
| Компрессоры ГТУ | <p>ПК-1 - Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные, безопасные средства и технологии на основе обработки информации и анализа передового опыта, учитывая</p> | <p>З-2 - Описать лучшие практики в предметной области, в том числе в машиностроительной отрасли</p> <p>У-2 - Выбирать современное производственное оборудование, средства и технологии в зависимости от задачи предметной области на основе анализа информации об эффективности и безопасности его использования и прогноза</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>варианты прогнозируемых последствий принятых решений, при выполнении задач профессиональной деятельности</p> | <p>экономических, технических и социальных последствий</p> <p>П-1 - Предложить обоснованное техническое решение поставленной профессиональной задачи, опираясь на анализ и обобщение лучших практик в предметной области и результаты обработки информации</p> |
| | <p>ПК-11 - Способен проектировать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники, разрабатывать конструкторскую документацию с учетом требований опытного и серийного производства, на основе проектировочных расчетов и характеристик основных узлов двигателей силовых установок</p> | <p>З-1 - Объяснять принцип работы двигателей силовых установок авиационной техники и перечислить их основные характеристики</p> <p>З-2 - Описывать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и характеризовать особенности режимов работы для каждой из конструкций</p> <p>У-1 - Устанавливать взаимосвязь между решениями в конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и их выходными характеристиками</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать результаты проектировочных расчетов двигателей силовых установок авиационной техники для достижения заданных характеристик</p> <p>У-4 - Обосновывать применение конструктивных решений при разработке двигателей силовых установок авиационной техники</p> |
| | <p>ПК-12 - Способен разрабатывать математические и имитационно-информационные модели характеристик и режимов работы двигателей силовых установок авиационной техники, в том числе для оптимизации их конструкции</p> | <p>З-3 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования двигателей силовых установок</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы расчетов конструкций двигателей силовых установок с применением методов математического и информационного моделирования</p> <p>П-3 - Предлагать варианты оптимизации параметров конструкций, характеристик и режимов работы оборудования на основе данных моделирования</p> |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Конвертированные ГТД</p> | <p>ПК-11 - Способен проектировать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники, разрабатывать конструкторскую документацию с учетом требований опытного и серийного производства, на основе проектировочных расчетов и характеристик основных узлов двигателей силовых установок</p> | <p>З-1 - Объяснять принцип работы двигателей силовых установок авиационной техники и перечислить их основные характеристики</p> <p>З-2 - Описывать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и характеризовать особенности режимов работы для каждой из конструкций</p> <p>У-1 - Устанавливать взаимосвязь между решениями в конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и их выходными характеристиками</p> <p>У-4 - Обосновывать применение конструктивных решений при разработке двигателей силовых установок авиационной техники</p> |
| <p>Принципы расчета и проектирования газовых турбин</p> | <p>ПК-6 - Способен проводить кинематические, динамические, прочностные и иные расчеты деталей узлов, агрегатов и приводов профессиональных объектов в пакетах прикладных программ, с учетом свойств материалов и современных подходов к проектированию</p> | <p>З-1 - Изложить свойства материалов, влияющие на результаты расчетов деталей, узлов и агрегатов объектов машиностроения</p> <p>З-4 - Охарактеризовать современные подходы к проектированию нестандартных объектов машиностроения</p> <p>У-2 - Устанавливать зависимость результатов расчета деталей, узлов и агрегатов объектов машиностроения от свойств применяемых материалов и проводить корректировки в случае необходимости</p> <p>У-3 - Выбирать методики и подходы к проектированию, принимая во внимание стандартность или нестандартность объекта проектирования и условия поставленной задачи</p> <p>П-2 - По заданию решать задачи проектирования и расчета деталей, узлов и агрегатов, учитывая свойства материалов и применяя современные подходы к проектированию</p> |
| | <p>ПК-11 - Способен проектировать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники, разрабатывать конструкторскую документацию с учетом</p> | <p>З-3 - Перечислить требования к разработке конструкторской документации для опытного и серийного производства двигателей силовых установок авиационной техники</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | <p>требований опытного и серийного производства, на основе проектировочных расчетов и характеристик основных узлов двигателей силовых установок</p> | <p>З-4 - Сделать обзор методик проектировочных расчетов двигателей силовых установок авиационной техники</p> <p>З-5 - Изложить требования к пакету проектно-конструкторской документации на двигателя силовых установок авиационной техники</p> <p>У-1 - Устанавливать взаимосвязь между решениями в конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и их выходными характеристиками</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий по разработке двигателей силовых установок авиационной техники с учетом требований опытного и серийного производства</p> <p>П-1 - В составе команды исполнителей разрабатывать проекты и документацию на конструкции двигателей силовых установок авиационной техники с учетом требований опытного и серийного производства</p> <p>П-3 - Разрабатывать рекомендации к конструкции двигателей силовых установок авиационной техники для достижения заданных характеристик</p> |
| <p>Производство, ремонт и испытания ГТД</p> | <p>ПК-4 - Способен выполнять задания по сопровождению проектируемых объектов на всем жизненном цикле с применением информационных технологий, прикладных программ и методов работы с данными</p> | <p>З-3 - Перечислить методы сбора, обработки и передачи данных об объектах машиностроения на различных этапах жизненного цикла</p> <p>У-1 - Выделять данные о проектируемом объекте, подлежащие сбору, обработке и анализу на всех этапах жизненного цикла</p> <p>У-3 - Систематизировать информацию и данные о проектируемом объекте для решения поставленных задач с учетом подходов системной инженерии</p> <p>П-1 - В составе команды осуществлять сбор информации о проектируемом объекте и разрабатывать на его основе рекомендации по сопровождению объекта на всех этапах жизненного цикла с применением информационных технологий, прикладных программ и методов работы с данными</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>ПК-5 - Способен проводить оценку технологических возможностей предприятия и технологичности принимаемых решений, и осуществлять корректировку конструкторской документации с использованием цифровых инструментов</p> | <p>З-1 - Привести примеры технологичных и не технологичных решений в конструкциях объектов машиностроения</p> <p>З-2 - Перечислить параметры производства, подлежащие оценке при определении технологических возможностей</p> <p>З-4 - Классифицировать технологические операции производственного цикла по назначению и влиянию на свойства итоговой продукции</p> <p>У-1 - Выбирать конструктивные решения в профессиональной деятельности с учетом технологичности производства</p> <p>У-2 - Анализировать технологические процессы, операции и иные параметры производства для оценки технологических возможностей изготовления изделия машиностроения</p> <p>П-2 - На основе оценки технологических процессов, операций и иных параметров сделать обоснованный вывод о технологических возможностях производства</p> |
| | <p>ПК-7 - Способен осуществлять контроль качества продукции в процессе производства и испытаний изделий, в том числе с использованием цифровых средств</p> | <p>З-2 - Описать виды и типы испытаний изделий машиностроения, в том числе с использованием цифровых средств</p> <p>З-4 - Описать технологические операции контроля качества изделий в процессе производства и испытаний</p> <p>У-2 - Оценивать целесообразность проведения того или иного вида испытаний, в том числе с использованием цифровых средств</p> <p>П-2 - По заданию моделировать стандартные виды испытаний продукции машиностроения с использованием цифровых средств</p> |

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Компрессоры ГТУ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа «Цифровое производство»

Протокол № 2 от 29.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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. |

| | | |
|-----------|--|---|
| P4 | 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 двухмерной 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> |
| P5 | 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> |
| P6 | Конструкции компрессорных машин | <p>Инженерные основы проектирования компрессорных машин.</p> <p>Геометрические параметры осевых и центробежных компрессорных ступеней и многоступенчатых компрессоров.</p> <p>Выбор оптимальных газодинамических и конструктивных параметров.</p> |
| P7 | Эксплуатация осевых компрессоров в составе газотурбинного оборудования | <p>Загрязнение проточной части. Занос: уменьшение проходных сечений, повышенные потери трения, больше отрыв потока.</p> <p>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 | | | |
|-----------------------------|--|--|--|---|
| Профессиональное воспитание | учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология анализа образовательных задач | <p>ПК-1 - Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные, безопасные средства и технологии на основе обработки информации и анализа передового опыта, учитывая варианты прогнозируемых последствий принятых решений, при выполнении задач профессиональной деятельности</p> | <p>З-2 - Описать лучшие практики в предметной области, в том числе в машиностроительной отрасли</p> <p>У-2 - Выбирать современное производственное оборудование, средства и технологии в зависимости от задачи предметной области на основе анализа информации об эффективности и безопасности его использования и прогноза экономических, технических и социальных последствий</p> <p>П-1 - Предложить обоснованное техническое решение поставленной профессиональной задачи, опираясь на анализ и обобщение лучших практик в предметной области и результаты обработки информации</p> |
| | | | <p>ПК-11 - Способен проектировать конструкции двигателей</p> | <p>З-1 - Объяснять принцип работы двигателей силовых</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | <p>силовых установок авиационной техники, разрабатывать конструкторскую документацию с учетом требований опытного и серийного производства, на основе проектировочных расчетов и характеристик основных узлов двигателей силовых установок</p> | <p>установок авиационной техники и перечислить их основные характеристики</p> <p>З-2 - Описывать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и характеризовать особенности режимов работы для каждой из конструкций</p> <p>У-1 - Устанавливать взаимосвязь между решениями в конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и их выходными характеристиками</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать результаты проектировочных расчетов двигателей силовых установок авиационной техники для достижения заданных характеристик</p> <p>У-4 - Обосновывать применение конструктивных решений при разработке</p> |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | двигателей силовых установок авиационной техники |
|--|--|--|--|--|

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)
2. Обуховский, А. Д.; Теория авиационных двигателей : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228770> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ревзин, Б. С.; Осевые компрессоры газотурбинных газоперекачивающих агрегатов : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 2000 (27 экз.)
2. Ревзин, Б. С.; Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (6 экз.)
3. , Селезнев, К. П.; Теория и расчет турбокомпрессоров : Учеб. пособие.; Машиностроение, Ленинград; 1986 (21 экз.)
4. 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 Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами | 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 Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES 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 требуется |
| 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 AxCent Axial Comprehensive + Axial Comprehensive + CAD Translator |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|---|
| | | | |
| 5 | Самостоятельная работа студентов | <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> | <p>FINE™/Turbo & FINE™/Design3D Academic R&D Package + FINE™/Open with OpenLabs Academic R&D Package</p> <p>AxCent Axial Comprehensive + Axial Comprehensive + CAD Translator</p> |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Принципы расчета и проектирования
газовых турбин

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 | Учебно-научный центр системной инженерии |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»

Протокол № 2 от 29.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Комаров Олег Вячеславович, Доцент, Учебно-научный центр системной инженерии

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 углов выхода из сопловых аппаратов и степеней реактивности ступеней. Оптимальное соотношение коэффициентов нагрузки и расходов. Особенности потерь энергии и способы снижения потерь в ступенях газовых турбин. Угол выхода потока из межлопаточного канала. Дополнительные потери в проточной части от охлаждения. Понятие о метаемой площади. Связь высоты рабочей лопатки допустимыми напряжениями и частотой вращения.</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> |
| Р3 | Конструкция газовых турбин | <p>3.1.Связь конструкции турбины с общей компоновкой турбогруппы ГТУ. Конструкции роторов и рабочих лопаток турбин энергетических и приводных ГТУ. Влияние единичной мощности. Комбинирование роторов турбин и компрессоров.</p> <p>3.2.Конструктивные особенности статоров газовых турбин. Выбор температурного уровня деталей, определяющих радиальные зазоры в проточной части. Типы конструкций сопловых аппаратов. Диффузорные патрубки газовых турбин энергетических и приводных ГТУ. Входные и промежуточные патрубки.</p> <p>3.3.Особенности лабиринтовых уплотнений газовых турбин. Осевые усилия и упорные подшипники. Типы корпусов подшипников.</p> <p>3.4.Турбины энергетических ГТУ. Турбины приводных ГТУ из двух и трех отсеков. Особенности конструкции газовых турбин, работающих на доменном, природном и других газах. Обозначения ГТУ различных конструкций.</p> |
| Р4 | Охлаждение газовых турбин | <p>4.1.Уровень начальной температуры газа и методы его обеспечения. Температурное состояние узлов и деталей газовых турбин на установившихся и переходных режимах. Требования к материалам основных деталей высокотемпературных турбин. Общие требования к системам охлаждения и их классификация.</p> <p>4.2.Сопловые лопатки конвективного и конвективно-плочного 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.</p> |

| | | |
|-----------|--|---|
| | | Особенности проектирования охлаждаемых турбин. Испытания и доводка систем охлаждения газовых турбин. Практическое применение различных систем охлаждения. |
| P5 | Заключение | Перспективы применения газотурбинных установок в промышленности: для транспорта газа, большой и малой энергетики, авиации. |
| P6 | 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 |
|---|--|--|---|---|
| Профессиональное воспитание | учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология анализа образовательных задач | ПК-6 - Способен проводить кинематические, динамические, прочностные и иные расчеты деталей узлов, агрегатов и приводов профессиональных объектов в пакетах прикладных программ, с учетом свойств материалов и современных подходов к проектированию | З-1 - Изложить свойства материалов, влияющие на результаты расчетов деталей, узлов и агрегатов объектов машиностроения З-4 - Охарактеризовать современные подходы к проектированию нестандартных объектов машиностроения У-2 - Устанавливать зависимость результатов расчета деталей, узлов и агрегатов объектов машиностроения от свойств применяемых материалов и проводить корректировки в |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | <p>случае необходимости</p> <p>У-3 - Выбирать методики и подходы к проектированию, принимая во внимание стандартность или нестандартность объекта проектирования и условия поставленной задачи</p> <p>П-2 - По заданию решать задачи проектирования и расчета деталей, узлов и агрегатов, учитывая свойства материалов и применяя современные подходы к проектированию</p> | |
| | | | <p>ПК-11 - Способен проектировать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники, разрабатывать конструкторскую документацию с учетом требований опытного и серийного производства, на основе проектировочных расчетов и характеристик основных узлов двигателей силовых установок</p> | <p>З-3 - Перечислить требования к разработке конструкторской документации для опытного и серийного производства двигателей силовых установок авиационной техники</p> <p>З-4 - Сделать обзор методик проектировочных расчетов двигателей силовых установок авиационной</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | <p>техники</p> <p>З-5 - Изложить требования к пакету проектно-конструкторской документации на двигатели силовых установок авиационной техники</p> <p>У-1 - Устанавливать взаимосвязь между решениями в конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и их выходными характеристиками</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий по разработке двигателей силовых установок авиационной техники с учетом требований опытного и серийного производства</p> <p>П-1 - В составе команды исполнителей разрабатывать проекты и документацию на конструкции двигателей силовых установок авиационной техники с учетом</p> |
|--|--|--|--|---|

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | требований опытного и серийного производства П-3 - Разрабатывать рекомендации к конструкции двигателей силовых установок авиационной техники для достижения заданных характеристик |
|--|--|--|--|---|

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, Резвин, Б. С.; Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты; Недра, Москва; 1986 (38 экз.)
2. 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.)
3. Ревзин, Б. С.; Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (6 экз.)
4. , Арсеньев, Л. В., Тырышкин, В. Г.; Стационарные газотурбинные установки : Справочник.; Машиностроение, Ленинград; 1989 (27 экз.)
5. ; Паровые и газовые турбины: Сборник задач : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1987 (25 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

| № 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 Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM |
| 2 | Практические занятия | 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 | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome, Mozilla Firefox |

| | | | |
|---|---|--|---|
| | | санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет | |
| 3 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя | не требуется |
| 4 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя | не требуется |
| 5 | Самостоятельная работа студентов | Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome, Mozilla Firefox |
| 6 | Курсовая работа/ курсовой проект | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Конвертированные ГТД

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 | Учебно-научный центр системной инженерии |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»

Протокол № 2 от 29.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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. |

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 | учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология анализа образовательных задач | ПК-11 - Способен проектировать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники, разрабатывать конструкторскую документацию с учетом требований опытного и серийного производства, на основе проектировочных расчетов и характеристик основных узлов двигателей силовых установок | <p>З-1 - Объяснять принцип работы двигателей силовых установок авиационной техники и перечислить их основные характеристики</p> <p>З-2 - Описывать конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и характеризовать особенности режимов работы для каждой из конструкций</p> <p>У-1 - Устанавливать взаимосвязь между решениями в конструкции двигателей силовых установок авиационной техники и их выходными характеристиками</p> <p>У-4 - Обосновывать применение конструктивных решений при разработке двигателей силовых установок</p> |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Конвертированные ГТД

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)

Печатные издания

1. Проскураков, Г. В.; Приводные ГТУ и конвертированные ГТД для транспорта газа : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 1999 (66 экз.)
2. Ревзин, Б. С., Комаров, О. В.; Конвертированные авиационные двигатели, применяемые в газоперекачивающих и энергетических установках : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2004 (23 экз.)
3. Комаров, О. В., Ревзин, Б. С.; Газотурбинные двигатели судового типа для энергетических и газотранспортных установок : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2003 (18 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 оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность 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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> | <p>Office 365 EDUA3 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>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 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> | не требуется |
| 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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p> | не требуется |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|--|
| | | санитарными правилами и нормами | |
| 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>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p> |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Производство, ремонт и испытания ГТД

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 | Учебно-научный центр системной инженерии |
| 2 | Недошивина Татьяна Анатольевна | кандидат технических наук, доцент | Доцент | Учебно-научный центр системной инженерии |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»

Протокол № 2 от 29.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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 производства ГТД | Содержание и задачи курса. Задачи развития технологии турбиностроения. Научные основы технологии и основы разработки технологических процессов. Основные понятия и определения. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Правила разработки и применения типовых технологических процессов, технологического оборудования, технологической оснастки, средств технического контроля. Технологическая документация. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Станки и инструмент турбинного производства. |
| P2 | Техническое оснащение производства ГТД. Технологические и производственные процессы | Технологическая подготовка производства. Особенности технологии производства деталей ГТД. Заготовки для деталей. Современные средства изменения. Технологический контроль. Типовые технологические процессы производства деталей из металлов, керамики, композитных материалов. Технологическая дисциплина. |

| | | |
|-----------|-----------------------|---|
| Р3 | Технология сборки ГТД | Узловая и общая сборка. Требования к деталям, основные операции. Технологические процессы сборки. Контрольно-испытательные работы при сборке. |
| Р4 | Ремонт ГТД | Регламент технического обслуживания и ремонтов. Вывод агрегата в ремонт. Разборка турбоустановки. Очистка узлов и деталей. Дефектация и ремонт ГТД. Ремонт систем двигателя. Сборка ГТД, после восстановления и замены дефектных деталей. |
| Р6 | Испытания ГТД | Классификация испытаний по назначению. Планы испытаний. Технологии испытаний, выбор средств и методов. Автоматизация процессов. |

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 | учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология анализа образовательных задач | ПК-5 - Способен проводить оценку технологических возможностей предприятия и технологичности принимаемых решений, и осуществлять корректировку конструкторской документации с использованием цифровых инструментов | <p>З-1 - Привести примеры технологичных и не технологичных решений в конструкциях объектов машиностроения</p> <p>З-2 - Перечислить параметры производства, подлежащие оценке при определении технологических возможностей</p> <p>З-4 - Классифицировать технологические операции производственного цикла по назначению и влиянию на свойства итоговой продукции</p> <p>У-1 - Выбирать конструктивные решения в</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | <p>профессионально й деятельности с учетом технологичности производства</p> <p>У-2 - Анализировать технологические процессы, операции и иные параметры производства для оценки технологических возможностей изготовления изделия машиностроения</p> <p>П-2 - На основе оценки технологических процессов, операций и иных параметров сделать обоснованный вывод о технологических возможностях производства</p> |
|--|--|--|--|--|

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Производство, ремонт и испытания ГТД

Электронные ресурсы (издания)

1. Новиков, В. А.; Технология производства и монтажа паровых и газовых турбин : учебное наглядное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699294> (Электронное издание)
2. ; Технологии ремонта деталей авиационных двигателей : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617475> (Электронное издание)
3. Новиков, М. П.; Монтаж авиационных двигателей. Монтажные приспособления; Оборонгиз, Б.м.; 1947; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222553> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Новиков, В. А.; Организация технологической подготовки производства паровых и газовых турбин :

[учебное пособие].; УрФУ, Екатеринбург; 2014 (10 экз.)

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

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

4. , Бойцов, А. Г., Елисеев, Ю. С., Крымов, В. В., Хворостухин, Л. А.; Технология производства авиационных газотурбинных двигателей : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров "Авиа и ракетостроение" и по специальности "Авиац. двигатели и энергет. установки" направления подгот. дипломир. специалистов "Двигатели летат. аппаратов".; Машиностроение, Москва; 2003 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МОНТАЖА ПАРОВЫХ И ГАЗОВЫХ ТУРБИН / Новиков В.А. — ЭИ .— 2009 . Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/9032>

2. В.А. Новиков «Технология производства и монтажа паровых и газовых турбин» 2-е издание, Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2010. Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/Publication/9032/1/Novikov.pdf>

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

Производство, ремонт и испытания ГТД

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 Периферийное устройство | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | Практические занятия | <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> | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM |
| 3 | Лабораторные занятия | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> | не требуется |
| 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> | не требуется |
| 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> | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Камеры сгорания

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-----------------------------------|--|------------------|--|
| 1 | Недошивина Татьяна Анатольевна | кандидат технических наук, доцент | Доцент | Учебно-научный центр системной инженерии |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»

Протокол № 2 от 29.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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 | Теплоносители и их свойства | Основные теплоносители ГТУ. 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. |
| P3 | Топливо ГТУ | Состав, теплота сгорания, отношение к нагреванию. Определение объема воздуха, теоретически необходимого для сжигания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Объем продуктов сгорания. Самовоспламенение. Нормальное горение. Концентрационные пределы зажигания |
| P4 | Камеры сгорания ГТУ. Требования, предъявляемые к камерам сгорания ГТУ | Коэффициент использования топлива, потери давления, характеристики процесса горения, экологические и эксплуатационные требования. |
| P5 | Принципы организации рабочего процесса в камерах сгорания ГТУ | Первичный и вторичный воздух, стабилизация процесса горения. Классификация и конструкции камер сгорания. |
| P6 | Эксплуатация камер сгорания | Колебательные процессы, коррозия деталей и отложение золы при использовании тяжелых жидких топлив. Нагар. Трещинообразование деталей. Материалы камер сгорания. |

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 | учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология анализа образовательных задач | ПК-10 - Способен принимать обоснованные решения о конструктивном исполнении деталей и узлов газотурбинной техники, используя методы тепловых, и газодинамических расчетов и цифровые инструменты | <p>З-2 - Сформулировать законы термо- и газодинамики, основные закономерности термо- и газодинамических процессов в газотурбинных установках</p> <p>З-4 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования газотурбинной техники</p> <p>У-3 - Выполнить термодинамический расчет цикла ГТУ при различных исходных данных</p> <p>У-4 - Решать отдельные теплогидравлические задачи применительно к различным элементам газотурбинной техники</p> <p>П-2 - Предлагать методы повышения</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | эффективности и надежности тепловых и технологических схем газотурбинных установок |
|--|--|--|--|--|

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Камеры сгорания

Электронные ресурсы (издания)

1. Обуховский, А. Д.; Теория авиационных двигателей : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228770> (Электронное издание)
2. ; Рабочий процесс и расчет камер сгорания газотурбинных двигателей; Государственное издательство оборонной промышленности, Москва; 1959; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=211982> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ревзин, Б. С., Горюнова, И. Ю.; Камеры сгорания стационарных ГТУ и транспортных ГТД : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2006 (25 экз.)
2. Проскуряков, Г. В.; Приводные ГТУ и конвертированные ГТД для транспорта газа : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 1999 (66 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.)
4. Кулагин, В. В.; Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Авиац. двигатели и энергет. установки" . Кн. 1. Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ. Кн. 2 Основы теории ГТД. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики; Машиностроение, Москва; 2003 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

Камеры сгорания

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 Периферийное устройство | WaterSteamPro 6.5 Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Браузер Google Chrome – свободное ПО; |
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Браузер Google Chrome – свободное ПО; |
| 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 требуется |
| 4 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя | не требуется |
| 5 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в | не требуется |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|--|
| | | соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя | |
| 6 | Самостоятельная работа студентов | Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Браузер Google Chrome – свободное ПО; |