

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
1162473	Теоретические основы турбостроения

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	Блинов Виталий Леонидович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей
2	Комаров Олег Вячеславович	кандидат технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	турбин и двигателей
3	Недошивина Татьяна Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретические основы турбостроения

1.1. Аннотация содержания модуля

В ходе изучения модуля «Теоретические основы турбостроения» студент приобретает базовые знания процессов, проходящих в элементах энергетических машин, и умения проводить расчеты и оптимизацию этих элементов, как аналитическими методами, так и с применением цифровых средств. В модуле содержатся сведения по устройству, характеристикам, проектированию и эксплуатации газотурбинных установок и двигателей, а также информация о состоянии современной энергетического машиностроения.

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	Теория турбомашин	6
2	Энергетические машины и установки	3
3	Газотурбинные установки	3
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Техническая механика2. Конструкционные материалы
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Динамика и прочность турбомашин2. Специальные вопросы проектирования и конструирования газотурбинных установок

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

Газотурбинные установки	<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-3 - Обосновывать технические решения: передач, механизмов, машин и технологических операций, основываясь на анализе лучших практик в данной области</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-7 - Способен осуществлять контроль качества продукции в процессе производства и испытаний изделий, в том числе с использованием цифровых сред</p>	<p>З-3 - Изложить способы контроля соответствия формы и геометрии изделий с использованием программного обеспечения</p> <p>У-3 - Выбирать способы контроля соответствия формы и геометрии изделий с использованием программного обеспечения</p> <p>П-3 - Оценивать результаты контроля соответствия формы и геометрии изделий с использованием программного обеспечения и разрабатывать рекомендации по доработке моделей при необходимости</p>
	<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-1 - Описать конструктивные элементы деталей, их связи с общей конструкцией агрегата, условия работы деталей турбомашин и важнейшие факторы, определяющие их надежность</p> <p>З-4 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования газотурбинной техники</p> <p>У-2 - Обосновано выбирать конструктивные элементы деталей и узлов газотурбинной техники на основе термодинамических и прочностных расчетов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт моделирования и управления прочностью и</p>

		<p>надежностью деталей турбомашин, применяя цифровые инструменты</p> <p>П-3 - Осуществлять на стадии проектирования обоснованный выбор параметров турбомашин турбоустановок на основе расчетов различных тепловых и технологических схем</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>П-2 - Иметь практический опыт выполнения проектировочных расчетов двигателей силовых установок авиационной техники</p> <p>П-3 - Разрабатывать рекомендации к конструкции двигателей силовых установок авиационной техники для достижения заданных характеристик</p>
	<p>ПК-12 - Способен разрабатывать математические и имитационно-информационные модели характеристик и режимов работы двигателей силовых установок авиационной техники, в том числе для</p>	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы турбинной ступени</p> <p>З-2 - Изложить физические основы и математические модели процессов преобразования энергии и теплового, гидравлического и газодинамического расчетов энергетических машин и турбоустановок</p>

	оптимизации их конструкции	<p>У-1 - Определять оптимальные методы расчета и проектирования турбинной ступени</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы расчетов конструкций двигателей силовых установок с применением методов математического и информационного моделирования</p>
Теория турбомашин	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</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>З-2 - Сформулировать законы термо- и газодинамики, основные закономерности термо- и газодинамических процессов в газотурбинных установках</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>
	ПК-12 - Способен разрабатывать математические и имитационно-информационные модели характеристик и	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы турбинной ступени</p> <p>З-2 - Изложить физические основы и математические модели процессов преобразования энергии и теплового,</p>

	<p>режимов работы двигателей силовых установок авиационной техники, в том числе для оптимизации их конструкции</p>	<p>гидравлического и газодинамического расчетов энергетических машин и турбоустановок</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы расчета и проектирования турбинной ступени</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы расчетов конструкций двигателей силовых установок с применением методов математического и информационного моделирования</p> <p>П-1 - Выполнять разработку физических и математических моделей при проектировании деталей и узлов газотурбинной техники с помощью прикладных пакетов программ</p> <p>П-2 - Выполнять математическое моделирование для построения характеристик и определения режимов работы турбинной ступени</p> <p>П-3 - Предлагать варианты оптимизации параметров конструкций, характеристик и режимов работы оборудования на основе данных моделирования</p>
<p>Энергетические машины и установки</p>	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p>
	<p>ПК-1 - Способен принимать обоснованные технические решения,</p>	<p>З-2 - Описать лучшие практики в предметной области, в том числе в машиностроительной отрасли</p>

	<p>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>У-3 - Обосновывать технические решения: передач, механизмов, машин и технологических операций, основываясь на анализе лучших практик в данной области</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-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-3 - Охарактеризовать различные тепловые и технологические схемы турбоустановок</p> <p>З-4 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования газотурбинной техники</p> <p>У-5 - Определять эффективность тепловых и технологических схем, эффективность работы оборудования турбоустановок</p> <p>П-3 - Осуществлять на стадии проектирования обоснованный выбор параметров турбомашин турбоустановок на основе расчетов различных тепловых и технологических схем</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>П-3 - Предлагать варианты оптимизации параметров конструкций, характеристик и режимов работы оборудования на основе данных моделирования</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория турбомашин

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кистойчев Александр Владимирович	кандидат технических наук, доцент	Старший преподавателе ль	турбин и двигателей

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

Протокол № 1 от 01.02.2023 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 положения	
P1.T1	Введение	Предмет, задачи, содержание и структура дисциплины. Учебная литература по дисциплине.
P1.T2	Энергетические машины и турбомашин	Виды турбомашин: паровая и газовая турбина; компрессор. Устройство и работа простейших турбоустановок. Конструктивная схема турбины. Основные элементы.
P2	Турбинная ступень	
P2.T1	Основные уравнения движения сжимаемой жидкости	Уравнение состояния. Уравнение идеального газа; уравнение идеального пара; таблицы и диаграммы водяного пара. Зависимости для термодинамических свойств водяного пара, используемые в расчетах на ЭВМ. Уравнение неразрывности. Уравнение количества движения. Уравнение сохранения энергии.
P2.T2	Ступень как основной элемент турбомашин	Принцип действия ступени. Конструктивная схема ступени; основные элементы ступени, их назначение.
P2.T3	Преобразование энергии	Преобразование энергии в осевой турбинной ступени. Качественное описание процессов, происходящих в ступени, в сопловых и рабочих каналах, в межлопаточных зазорах. Кинематика потока, треугольники скоростей и их использование при анализе работы ступени.

		Активный и реактивный принципы преобразования энергии в турбинной ступени.
Р3	Геометрические параметры ступени	
Р3.Т1	Понятие турбинной (лопаточной) решетки	Типы решеток: сопловые, рабочие. Изображение решеток в меридиональном и цилиндрическом сечении. Профили лопаток, их основные части: входная и выходная кромка; выпуклая часть (спинка) и вогнутая часть (корытце) профиля. Форма спинки профиля в выходной части профиля: выпуклая, прямая, вогнутая, сложная.
Р3.Т2	Геометрические параметры ступени	Характерные абсолютные размеры ступени, профиля и решетки профилей: диаметры, высоты лопаток, осевая ширина, хорда, толщина входной и выходной кромок, шаг профилей, угол установки профилей в решетке и т.д. Каналы, образованные профилями в решетке; основные участки канала; входной; собственно канал; косой срез; горло канала.
Р3.Т3	Относительные геометрические характеристики (параметры) решеток	Верность; относительная высота (длина) решетки; относительный шаг, относительная толщина выходной кромки, эффективный угол выхода, конфузурность и степень расширения канала. Угол поворота канала. Каналы конфузурные (суживающиеся) и расширяющиеся (сопла Лаваля); активные решетки профилей с каналом постоянного сечения.
Р4	Течение рабочего тела в каналах турбинной ступени	
Р4.Т1	Использование уравнений движения сжимаемой жидкости для анализа истечения газа (пара) из сопл	Выводы/соотношений для определения скорости газа (пара) на выходе из сопла при идеальном (теоретическом) процессе расширения. Параметры торможения. Критическая скорость потока и критическое отношение давлений Расход рабочего тела через сопло при критическом истечении. Приведенный (относительный) расход. Приближенное уравнение (уравнение эллипса) для определения приведенного расхода. Реальное течение рабочего тела в каналах.
Р4.Т2	Расширение пара в косом срезе решетки	Возможность достижения сверхзвуковой скорости в суживающейся решетке, отклонение потока рабочего тела от направления, определяемого эффективным углом выхода. Формула Бэра для определения угла отклонения потока; использование величины относительного расхода q при расчетах угла отклонения потока; предельная степень расширения потока в косом срезе решетки и её расчет. Расчет отклонения потока в расширяющихся решетках.

P4.T3	Построение процесса расширения газа (пара) в соплах в h-s диаграмме	Применение уравнения сохранения энергии при изображении истечения рабочего тела из сопловых каналов h-s диаграмме. Располагаемый теплоперепад. Сработанный теплоперепад. Потери в соплах.
P4.T4	Построение процесса расширения газа (пара) в рабочих каналах в h-s диаграмме	Применение уравнения сохранения энергии при изображении расширения рабочего тела в рабочих каналах h-s диаграмме. Располагаемый теплоперепад. Сработанный теплоперепад. Потери в рабочих каналах.
P4.T5	Построение процесса расширения газа (пара) в турбинной ступени в h-s диаграмме	Располагаемый теплоперепад ступени. Располагаемый и адиабатический теплоперепады ступени. Потери с выходной скоростью.
P4.T6	Степень реактивности	Понятие степени реактивности; термодинамическая и кинематическая степень реактивности. Активные и реактивные ступени. h-s диаграммы расширения рабочего тела в активной и реактивной ступенях. Влияние степени реактивности на конструкцию, экономичность и мощность ступени (турбины).
P5	Экономичность ступени	
P5.T1	Относительный лопаточный КПД ступени	Определение относительного лопаточного КПД ступени. Коэффициент использования энергии с выходной скорости и его влияние на относительный лопаточный КПД ступени
P5.T2	Характеристический коэффициент ступени	Понятие фиктивной скорости C_f для ступени. Характеристическое отношение скоростей $X_f = u/C_f$ для ступени. Зависимость относительного лопаточного КПД от характеристики ступени x_f степени реактивности и коэффициентов скорости. Формула Банки. Определение максимального значения КПД и оптимального значения характеристического отношения скоростей. Оптимальные треугольники скоростей.
P6	Потери в турбомашинах	
P6.T1	Классификация потерь	Классификация потерь в турбомашинах: внешние, внутренние, дополнительные. Внутренние потери: потери при течении рабочего тела в сопловых и рабочих каналах. Коэффициенты потерь и коэффициенты скорости. Потери с выходной скоростью.
P6.T2	Пограничный слой	Пограничный слой: ламинарный и турбулентный пограничные слои. Число Рейнольдса. Влияние элементов шероховатости поверхности лопаток на пограничный слой. Коэффициент трения и коэффициент потерь в каналах. Коэффициент скорости. Коэффициент расхода для канала.
P6.T3	Потери энергии при обтекании турбинных решеток	Профильные потери, их составляющие: потери на трение, кромочные (выходные) потери, волновые потери. Концевые потери. Потери от взаимодействия решеток. Потери от нерасчетного угла входа потока.
P7	Особые типы ступеней	

P7.T1	Ступени скорости	Принцип действия. Особенности процесса расширения рабочего тела. Основные характеристики. Область применения. Расчет двухвенечной ступени скорости.
P7.T2	Другие типы ступеней	Ступени с парциальным подводом рабочего тела. Ступени с регулируемой (изменяемой) сопловой решеткой - регулирующие ступени. Регулирование количества сопловых каналов с помощью клапанов и регулирующих поворотных диафрагм. Ступени с поворотными лопатками. Ступень Баумана
P8	Расчет турбинной ступени по среднему диаметру	
P8.T1	Метод треугольников скоростей	Метод треугольников скоростей как первое приближение при расчете любых ступеней. Задаваемые и принимаемые величины. Выбор степени реактивности. Выбор отношения скоростей $u/cф$. Последовательность расчета: при заданном располагаемом тепलोперепаде; при заданном (принятом) значении среднего (корневого) диаметра ступени.
P8.T2	Размеры решеток	Определение размеров решеток. Расчет треугольников скоростей. Выбор профилей сопловой и рабочей решетки. Учет требований по прочности рабочих лопаток. Определение относительного лопаточного КПД и мощности ступени.
P8.T3	Профили и их аэродинамические характеристики	Классификация и обозначение профилей лопаток. Атлас профилей МЭИ. Выбор профиля по атласу. Выбор угла установки, шага и других параметров; определение угла поворота профиля. Определение размеров решеток. Аэродинамические характеристики решеток: коэффициент потерь энергии, коэффициент расхода, угол выхода потока. Зависимость аэродинамических характеристик от режимных и геометрических параметров. Обобщенные аэродинамические характеристики турбинных решеток. Обобщение экспериментальных данных по коэффициентам потерь энергии, коэффициентам расхода и углам выхода от геометрических и режимных факторов. Графическое представление обобщенных аэродинамических характеристик. Формулы для расчета аэродинамических характеристик, коэффициенты скорости и коэффициенты потерь. Определение основных размеров турбинных решеток.
P8.T4	Усилия на лопатках	Силы, действующие на рабочие лопатки. Вращающий момент ступени. Мощность ступени. Связь окружной мощности с мощностью на лопатках и тепलोперепадом ступени.
P9	Расчет ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу	
P9.T1	Радиальное равновесие потока	Условия пространственного течения потока в ступени. Радиальное равновесие потока в межвенцовом зазоре и на выходе из ступени. Законы закруток решеток: постоянство

		углов $\alpha_1 = \text{const}$; неизменность по высоте циркуляции скорости потока на выходе сопловой решетки - $\text{cu } r = \text{const}$; постоянство удельного расхода ступени с постоянными по высоте профилями решеток. Ступени с уменьшенным градиентом реактивности. Изменение степени реактивности и других параметров по высоте ступени.
P9.T2	Ступени с большой веерностью	Проектирование ступеней с большой веерностью. Основные характеристики ступени. Выбор закона закрутки решеток. Профилирование решеток. Ступени с саблевидными сопловыми лопатками. Модельные ступени. Последовательность расчета ступени большой веерности.
P10	Относительный внутренний КПД ступени	
P10.T1	Дополнительные потери в ступени	Потери на трение рабочего тела о поверхности диска и концевые поверхности. Потери от парциального подвода рабочего тела. Потери от утечек рабочего тела в ступени. Потери от влажности. Потери от верности. Способы уменьшения дополнительных потерь.
P10.T2	Определение относительного внутреннего КПД ступени	Связь с относительным лопаточным КПД. Зависимость от характеристического коэффициента.
P11	Конструктивное выполнение ступеней и лопаток. Способы повышения эффективности ступени	
P11.T1	Оптимизация ступени	Оптимизация турбинных ступеней. Выбор оптимальных характеристик ступени с учетом дополнительных потерь.

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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель»,	Технология самостоятельной работы 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	З-2 - Сформулировать законы термо- и газодинамики, основные закономерности термо- и газодинамических процессов в газотурбинных установках У-4 - Решать отдельные теплогидравличес

	«группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»			кие задачи применительно к различным элементам газотурбинной техники П-2 - Предлагать методы повышения 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

Теория турбомашин

Электронные ресурсы (издания)

1. Акладная, Г. С.; Судовые турбомашинны : курс лекций.; Московская государственная академия водного транспорта, Москва; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/46851.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Цанев, С. В., Буров, В. Д., Ремезов, А. Н.; Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101 "Тепловые электр. станции" по дисциплинам "Парогазовые и газотурбин. установки электростанций" и "Тепловые и атомные электр. станции".; Издательский дом МЭИ, Москва; 2006 (21 экз.)

2. Щегляев, А. В., Трояновский, Б. М.; Паровые турбины : Теория теплового процесса и конструкции турбин : учебник для студентов энергомашиностроит. и теплоэнерг. специальностей вузов.; Энергия, Москва; 1976 (43 экз.)

3. Трухний, А. Д., Крупенников, Б. Н., Петрунин, С. В.; Атлас конструкций деталей турбин : Учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлениям "Энергомашиностроение" и "Теплоэнергетика".; Издательство МЭИ, Москва; 2000 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1) eLibrary <http://elibrary.ru/>

2) Scopus <http://www.scopus.com/>

3) Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

4) EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>

5) ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru/>

6) Издательство "Лань" <http://e.lanbook.com/ook.com/>

7) Интернет-ресурсы: www.power-m.ru; www.utz.ru; www.turboatom.com.ua; <https://www.reph.ru>; <https://vti.ru/>; <http://ckti.ru/>

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

1) Поисковая система Google <https://www.google.com/>

2) Поисковая система Yandex <https://yandex.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория турбомашин

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Энергетические машины и установки

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Блинов Виталий Леонидович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

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

Протокол № 1 от 01.02.2023 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 в энергетические машины и установки	Энергетика и развитие общества. Области применения энергетических машин и установок. Предмет, задачи, содержание и структура дисциплины. Учебная литература по дисциплине. Классификация энергетических машин и установок. Современная энергетическая отрасль России. Современная газовая отрасль России. Лопаточные машины.
P2	Энергетические машины для повышения давления газов - компрессоры	Типы компрессоров. Область применения. Турбокомпрессоры. Принцип действия. Термодинамика компрессорного процесса. Основные параметры. Характеристики лопаточных компрессорных машин. Степень осевого компрессора. Степень центробежного компрессора. Особенности эксплуатации. Конструкции компрессоров.
P3	Энергетические машины для перекачивания жидкостей - насосы	Классификация. Насосные агрегаты. Основы теории насосов. Принцип действия. Мощность и коэффициенты полезного действия насоса. Осевые и центробежные насосы. Многоступенчатые насосы. Характеристики насосов. Регулирование подачи. Параллельное и последовательное включение центробежных насосов в сеть трубопроводов. Основные конструктивные элементы насоса. Влияние температуры жидкости на конструкцию центробежных насосов. Кавитация. Выбор насосов и приводных двигателей.

P4	Энергетические машины для перекачивания жидкостей - турбины	Области применения турбин в качестве двигателей. Классификация. Газовые турбины. Принцип действия ступени осевой турбины. Принцип действия ступени радиальной турбины. Условия работы турбин в составе газотурбинных и паротурбинных установок. Утилизационные турбины. Гидротурбины, основные типы. Ветроэнергетики. Основные параметры работы турбин. Особенности конструкции. Вопросы эксплуатации турбин разных типов.
P5	Энергетические установки	Паротурбинные установки. Газотурбинные установки. Микро газотурбинные установки. Парогазовые установки. Газоперекачивающие агрегаты. ORC установки. Детандер-генераторные и детандер-компрессорные агрегаты. Схемы и циклы. Особенности конструкции и эксплуатации. Вспомогательное оборудование.
P6	Нетрадиционные источники энергии	Ветроэнергетика. Гидроэнергетика. Солнечные энергетические установки. Геотермальная энергетика. Термоэлектродинамические преобразователи. МагнитоГидроДинамические (МГД) преобразователи. Электрохимические генераторы и энергоустановки.
P7	Энергосбережение и экология	Понятие энергосбережения. Потенциал энергосбережения. Энергосбережение на предприятии и в быту. Эффективность работы энергетических машин и установок. Экологические показатели работы энергетических машин и установок.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	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	З-2 - Описать лучшие практики в предметной области, в том числе в машиностроительной отрасли П-1 - Предложить обоснованное техническое решение поставленной профессиональной задачи, опираясь на анализ и обобщение лучших практик в

			задач профессиональной деятельности	предметной области и результаты обработки информации
--	--	--	-------------------------------------	------------------------------------------------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Энергетические машины и установки

Электронные ресурсы (издания)

1. Блинов, В. Л.; Энергетические машины и установки : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=698903> (Электронное издание)
2. ; Лопастные насосы (центробежные и осевые) : практическое пособие.; Издательство Академии Наук СССР, Москва; 1961; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116433> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Селезнев, К. П.; Теория и расчет турбокомпрессоров : Учеб. пособие.; Машиностроение, Ленинград; 1986 (21 экз.)
2. Локалов, Г. А., Аронсон, К. Э.; Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 - Энергетическое машиностроение .; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2016 (5 экз.)
3. Щегляев, А. В., Трояновский, Б. М.; Паровые турбины : Теория теплового процесса и конструкции турбин : учебник для студентов энергомашиностроит. и теплоэнерг. специальностей вузов.; Энергия, Москва; 1976 (43 экз.)
4. Ревзин, Б. С.; Осевые компрессоры газотурбинных газоперекачивающих агрегатов : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 2000 (27 экз.)
5. Ревзин, Б. С.; Осевые компрессоры газотурбинных газоперекачивающих агрегатов : учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 2003 (2 экз.)
6. Култышев, А. Ю., Голошумова, В. Н., Вульф, Е. Э.; Парогазовые установки тепловых электрических станций : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2010 (15 экз.)
7. Данилов, Н. И., Щелоков, Я. М., Данилов, Н. И.; Основы энергосбережения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 030500.19 - Проф. обучение (электроэнергетика, электротехника и электротехнологии.); [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (17 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- 1) eLibrary <http://elibrary.ru/>
- 2) Scopus <http://www.scopus.com/>
- 3) Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
- 4) EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>
- 5) ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru/>

6) Издательство "Лань" <http://e.lanbook.com/ook.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

1) Поисковая система Google <https://www.google.com/>

2) Поисковая система Yandex <https://yandex.ru/>

3). Интернет-ресурсы: www.power-m.ru; www.utz.ru; www.turboatom.com.ua; <https://www.reph.ru>; <https://vti.ru/>; <http://ckti.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Энергетические машины и установки

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
3	Консультации	<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>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Газотурбинные установки

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Марковский Валентин Менделеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	турбин и двигателей
2	Неволин Александр Михайлович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	турбин и двигателей

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

Протокол № 1 от 01.02.2023 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	<p>Определение термина «турбоустановка», различия в использовании терминов «турбоустановка», «турбоагрегат», «турбомашина», «турбодвигатель» и т.п. Принципиальные тепловые схемы простейших газотурбинных установок (ГТУ).</p> <p>Основные элементы турбоустановки, их назначение.</p> <p>Краткий исторический обзор развития ГТУ и газовых турбин в энергетике (на ТЭС и АЭС), транспортных установках и других отраслях техники и промышленности.</p>
P2	Тепловые циклы и схемы газотурбинных установок (ГТУ).	<p>Теоретический и реальный простой цикл.</p> <p>Оптимальная степень повышения давления.</p> <p>Влияние начальной и конечной температуры цикла, внутренних потерь энергии в турбине и компрессоре на показатели ГТУ.</p> <p>Эффективный КПД и эффективная мощность ГТУ.</p> <p>Оптимизация параметров цикла с помощью ЭВМ.</p> <p>Использование метода малых отклонений для анализа мощности и эффективности ГТУ и ее элементов.</p> <p>Цикл ГТУ с регенерацией теплоты. Влияние степени регенерации на экономичность и стоимость ГТУ.</p>

		<p>Влияние гидравлических сопротивлений на показатели ГТУ.</p> <p>ГТУ с промежуточным охлаждением рабочего тела и промежуточным подводом тепла. Возможные приближения к циклу Карно. Перспективы реализации сложных циклов.</p>
Р3	Переменные режимы работы газотурбинных установок (ГТУ).	<p>Характеристика турбины при изменении режима работы.</p> <p>Показатели экономичности ГТУ различных тепловых схем при переменной мощности и изменении температуры воздуха. Способы регулирования.</p> <p>Характеристика компрессора и потребителей мощности (генератора, нагнетателя и др.).</p> <p>Область возможных режимов работы ГТУ.</p> <p>Запуск ГТУ, пусковые и переходные режимы работы ГТУ.</p>
Р4	Основные системы газотурбинных установок (ГТУ) и компоновка оборудования.	<p>Воздействие аэрозолей на ГТУ. Система воздухоподготовки для стационарных ГТУ.</p> <p>Воздухозаборные устройства, тракт и газовыпускные устройства стационарных ГТУ.</p> <p>Борьба с обледенением входного тракта. Шумоглушение основных элементов стационарных ГТУ. Другие вопросы защиты окружающей среды.</p> <p>Система маслоснабжения ГТУ, охлаждение масла.</p>
Р5	Газотурбинные установки (ГТУ) в различных областях народного хозяйства.	<p>Тепловые схемы энергетических ГТУ открытого типа.</p> <p>Влияние характеристики нагрузки на выходные показатели энергетических ГТУ. Влияние регенерации и утилизации тепла уходящих газов.</p> <p>ГТУ для компрессорных станций газопроводов. Сравнение различных схем приводных ГТУ. Проблемы утилизации тепла в приводных ГТУ и способы их решения.</p> <p>Применение ГТУ в технологических процессах.</p> <p>Газотурбинные двигатели в воздушном, морском, железнодорожном и автомобильном транспорте.</p> <p>Возможности и перспективы их использования в народном хозяйстве. Турбонаддув двигателей внутреннего сгорания (ДВС).</p>
Р6	Комбинированные парогазовые установки.	Термодинамические основы комбинированных парогазовых установок (ПГУ).

		<p>Циклы и схемы сбросных ПГУ с низконапорным парогенератором (ПГУ с НПГ). Влияние параметров газового и парового контуров на показатели ПГУ.</p> <p>Достоинства и недостатки.</p> <p>Бинарные (утилизационные) ПГУ с утилизационным парогенератором (ПГУ с КУ). Схемы ПГУ с КУ при одном и двух давлениях пара. Перспективы применения в энергетике.</p> <p>Парогазовые установки с высоконапорным парогенератором (ПГУ с ВПГ). Перспективы использования газифицированного твердого топлива.</p> <p>Контактные газопаровые установки (ГТУ с подмешиванием пара из КУ). Основные схемы и термодинамические показатели.</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>профориентационная деятельность</p> <p>общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»</p>	<p>Технология самостоятельной работы</p> <p>Технология анализа образовательных задач</p>	<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>П-1 - Предложить обоснованное техническое решение поставленной профессиональной задачи, опираясь на анализ и обобщение лучших практик в предметной области и результаты обработки информации</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Газотурбинные установки

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Трубопроводный транспорт газа : практическое пособие.; Наука, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561907> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ревзин, Б. С.; Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (29 экз.)

2. Костюк, А. Г.; Газотурбинные установки : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1979 (29 экз.)

3. ; Газовые турбины : учеб. пособие для вузов. Ч.1. Термодинамические процессы и теплообмен в конструкциях.; Вища школа, Киев; 1976 (22 экз.)

4. Ревзин, Резвин, Б. С.; Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа : Справ. пособие.; Недра, Москва; 1991 (26 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1) eLibrary <http://elibrary.ru/>

2) Scopus <http://www.scopus.com/>

3) Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

4) EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>

5) ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru/>

6) Издательство "Лань" <http://e.lanbook.com/ook.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

1) Поисковая система Google <https://www.google.com/>

2) Поисковая система Yandex <https://yandex.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Газотурбинные установки

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<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>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--