

Институт	Уральская передовая инженерная школа «Цифровое производство»
Направление (код, наименование)	13.04.03 Энергетическое машиностроение
Образовательная программа (Магистерская программа)	13.04.03/33.11 Цифровые технологии в проектировании и эксплуатации турбоустановок
Описание образовательной программы	<p>Основная профессиональная образовательная программа магистратуры 13.04.03/33.11 «Цифровые технологии в проектировании и эксплуатации турбоустановок» имеет инженерно-технологическую направленность. Разработка образовательной программы опирается на концепцию цифровой трансформации предприятий энергетического машиностроения. В связи с этим особое значение уделяется применению информационных систем и цифровых технологий на этапах создания научного и инженерного обеспечения для модернизации существующего и разработки нового конкурентоспособного энергетического оборудования (турбоустановок).</p> <p>Масштабное использование передовых технологий и техники в производственной и социальной сферах может основываться только на использовании современного энергоэффективного оборудования (экономичных, надежных и безопасных турбоустановок, в т. ч. паротурбинных и газотурбинных, а также транспортных энергоустановок). Для осуществления этой цели необходимы специалисты, способные осваивать новые технологические процессы, обслуживать наукоемкое производство, создавать научное и инженерное обеспечение для модернизации существующего и разработки нового конкурентоспособного энергетического оборудования (турбоустановок) с использованием информационных систем.</p> <p>Данная образовательная программа магистратуры ориентирована на подготовку магистров в области энергетического машиностроения, связанного с наукоемким производством и ресурсоэффективной эксплуатацией и инновационным развитием различных турбоустановок (как наземного, так и авиационного применения). Выпускники получают конкурентные преимущества при трудоустройстве на предприятия энергетического машиностроения, конструкторские бюро по разработке новой паротурбинной и газотурбинной техники, в т.ч. авиационного назначения, а также в электроэнергетической и газотранспортной отраслях, эксплуатирующих указанное оборудование (тепловые энергетические станции с паротурбинными и газотурбинными установками в т.ч. в составе парогазовых установок, а также дожимные и линейные компрессорные станции магистральных газопроводов России и ближнего зарубежья).</p> <p>Особенностью образовательной программы является:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ориентация при разработке, реализации и оценке образовательной программы на компетенции выпускников как результаты обучения, согласованные с предприятиями-партнерами (АО «Уральский завод гражданской авиации», АО «Уральский турбинный завод», дочерние общества ПАО «Газпром»); • учет требований профессиональных стандартов Российской Федерации; • занятия ориентированы на прикладные действия, т.е. студенты осуществляют учебную, практическую, научно-исследовательскую и инжиниринговую работу в рамках реальных проектов, которые заказывают предприятия-партнеры программы; • учебный процесс основывается на передовых знаниях и цифровых технологиях в области турбоустановок в мировом масштабе. <p>Под цифровыми технологиями в области управления машиностроительными и газотранспортными предприятиями, а также проектно-конструкторской деятельности понимаются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использование CAD/CAE/PDM/PLM-систем при проектировании и эксплуатации турбоустановок; • разработку математических моделей основных систем, элементов и физических процессов турбоустановок на основе концепции цифровых двойников и виртуальных испытаний; • применение алгоритмов искусственного интеллекта и программирования для оптимизации режимов работы, нагрузки и показателей эффективности турбоустановок; • внедрение машинного обучения для контроля технического состояния турбоустановок.

	<p>Уникальность программы обеспечивается участием студентов в проектно-конструкторской и научно-исследовательской работе при выполнении реальных проектов по созданию, исследованию и эксплуатации энергетического оборудования (паровых и газовых турбин, вспомогательного оборудования и технологического объекта в целом, например, тепловой электрической станции с парогазовой установкой или компрессорной станции с газотурбинными, газоперекачивающими агрегатами). Конкретным преимуществом программы является обязательное использование материально-технической базы стратегических партнеров, крупнейших проектно-конструкторских и производственных предприятий отечественного энергомашиностроения, передовых территориальных генерирующих компаний, инновационных предприятий г. Екатеринбурга и Свердловской области, ХМАО, ЯНАО. Среди них уникальные стенды для испытаний турбоустановок, лаборатории исследования вибрационных характеристик, динамики и прочности отдельных элементов энергетического оборудования. При этом в образовательном процессе предполагается использование программно-аппаратных средств, используемых заказчиками проектов из состава предприятий стратегических партнеров. Таким образом, специфика образовательной программы – настройка под требования конкретных предприятий-партнеров УПИШ, энергетических технологий, цифровизации производств и актуальных задач поставленных Правительством РФ в современных условиях.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

№ пп	Наименования модулей	Аннотации модулей	Траектории
1	Модули		
2	Обязательная часть		
3	Проектная деятельность	<p>Модуль “Проектная деятельность” в образовательной программе формирует универсальные компетенции, связанные с командной работой и управлением проектами, а также общепрофессиональные и профессиональные компетенции. Командная деятельность является основой модуля, призвана сформировать необходимые навыки работы и управления в составе многопрофильной команды: раскрыть специфику функционирования команды от постановки задачи до оценки полученного результата, выраженного в виде аналитического отчета, научных статей, докладов, уникального продукта или услуг. В рамках модуля «Проектная деятельность» студенты выполняют проекты, содержание которых позволяет формировать компетенции студентов в соответствии с актуальными задачам реального сектора экономики по профилю образовательной программы. Проектное обучение в рамках данного модуля может быть направлено на реализацию проектов: - исследовательских, с целью формирования научно-исследовательских компетенций студентов и увеличения количества молодых ученых, занятых в решении прорывных инновационных задач; - профессиональных и предпринимательских, направленных на подготовку высококвалифицированных магистров, способных решать реальные задачи в интересах развития отраслей экономики и социальной сферы за счет тесной интеграции образовательного процесса с ведущими предприятиями и организациями региона и страны - учебных, позволяющих студентам определить свою будущую профессиональную траекторию в научной или профессиональной сфере. Общепрофессиональные и профессиональные компетенций определяются содержанием конкретной цели, в рамках реализуемого студентами проекта</p>	<p>Паротурбинные установки Проектирование газотурбинных двигателей Эксплуатация газотурбинных установок</p>
4	Тепловые, газодинамические и прочностные расчеты турбоустановок	<p>В ходе изучения модуля студент получает знания процессов, проходящих в энергетических машинах, формируются умения проводить расчеты и оптимизацию этих элементов, как аналитическими методами, так и с применением численных средств. Содержание модуля</p>	<p>Паротурбинные установки Проектирование газотурбинных двигателей</p>

		включает сведения по устройству, характеристикам, проектированию и эксплуатации газотурбинных и паротурбинных установок и двигателей, информацию о состоянии современного энергетического машиностроения. В содержание модуля входят изучение вопросов по теории турбомашин, циклам и схемам турбоустановок, энергетическим машинам и установкам, динамике и прочности турбоустановок, конструкций деталей и узлов турбомашин, расчетных и экспериментальных методов анализа прочностного и вибрационного состояния деталей и узлов турбоустановок в процессе их жизненного цикла.	Эксплуатация газотурбинных установок
5	Физико-математическое моделирование процессов в турбоустановках	Содержание модуля направлено на формирование умений определять методы физико-математического моделирования для анализа процессов, происходящих в турбомашинах и турбоустановках. Интегрирование знаний о природе материи, физических законах и владение физико-математическим аппаратом в смежные науки позволяет студентам рациональнее и эффективнее использовать полученные в ходе обучения компетенции для решения профессиональных задач.	Паротурбинные установки Проектирование газотурбинных двигателей Эксплуатация газотурбинных установок
6	Цифровые технологии в проектировании и эксплуатации турбомашин и турбоустановок	Модуль «Информационные технологии и сервисы» включает изучение общих принципов организации информационных технологий и сервисов, возможностями современных вычислительных комплексов и информационных сетей и включает дисциплины «CAD/CAE системы в энергомашиностроении» и «Цифровые двойники систем и объектов».	Паротурбинные установки Проектирование газотурбинных двигателей Эксплуатация газотурбинных установок
7	Формируемая участниками образовательных отношений		
8	Дефекты узлов и деталей газотурбинных двигателей и методы их устранения	В дисциплинах модуля рассматривается классификация дефектов узлов и деталей ГТД, причин их образования, способов устранения. Важное место занимает изучение проблем восстановления работоспособности ГТД и ремонта изношенных деталей и узлов. В процессе изучения разделов дисциплин модуля разбираются реальные производственные проблемы, реализуется поиск их решений, рассматриваются практические вопросы, связанные с обеспечением надежности деталей и узлов ГТД.	Проектирование газотурбинных двигателей
9	Специальные вопросы конструирования и технологии сопровождения производства газотурбинных двигателей	Содержание модуля включает вопросы специальной конструкторской деятельности при создании газотурбинных двигателей, а также вопросы учета технологии машиностроительного производства при конструировании ГТД, создания технологической документации. Изучаются способы обеспечения качества деталей и узлов ГТД при производстве в соответствии с конструкторской документацией, основные группы оборудования, используемого при обработке, и особенности их применения в условиях разнообразия конструкций, применяемых материалов и типов производств. Изучаются современные методы проектирования с применением компьютерных технологий. В процессе изучения разделов дисциплин модуля разбираются реальные производственные проблемы, реализуется поиск их решений, рассматриваются практические вопросы, связанные с проектированием и конструированием деталей и узлов двигателей.	Проектирование газотурбинных двигателей
10	Специальные вопросы проектирования энергетических объектов на базе паротурбинных установок	Содержание дисциплин модуля включает изучение современных методик и подходов к проектированию ПТУ в составе бинарного цикла, направленных на многокритериальное определение оптимальных характеристик, в том числе с учетом типа и предполагаемых режимов работы турбины, схемных и компоновочных ограничений, климатических условий и прочего. Изучаются принципы и методы технического анализа данных, применяемого при подготовке конструкторских и проектных решений, в том числе вопросы разработки критериев и метрик, автоматизации, управления разнородными данными.	Паротурбинные установки

11	Специальные вопросы эксплуатации турбоустановок	Содержание модуля включает вопросы эксплуатации газотурбинных установок на переменных режимах работы, оперирования эксплуатационным персоналом газокомпрессорных и электрических станций характеристиками осевых компрессоров, камер сгорания, газовых турбин, теплообменных аппаратов, вспомогательных оборудования и систем, методов повышения энергоэффективности эксплуатации газотурбинных установок.	Эксплуатация газотурбинных установок
12	Технологии искусственного интеллекта и управления объектами	При реализации модуля основной акцент в обучении делается на способах и средствах автоматизации процесса управления турбоустановок, сборе, обработке и интеллектуальном анализе параметров работы оборудования с применением методов машинного обучения. В процессе обучения студенты будут обрабатывать большой объем реальных данных, генерируемых при эксплуатации турбоустановок, решать задачи регрессии, классификации, кластеризации и поиска аномалий с применением ансамблей моделей машинного обучения и нейронных сетей.	Эксплуатация газотурбинных установок
13	Цифровое сопровождение жизненного цикла турбоустановок	Модуль направлен на освоение студентами практик применения цифровых технологий на всех этапах жизненного цикла турбоустановок, начиная с проектирования отдельных элементов и узлов, их конструирования и изготовления, заканчивая процессами управления оборудованием в условиях эксплуатации, его диагностикой и ремонтом. Отдельное внимание уделяется вопросам сопровождения турбоустановок и их цифровых двойников в рамках жизненного цикла вплоть до этапа утилизации.	Паротурбинные установки Проектирование газотурбинных двигателей Эксплуатация газотурбинных установок
14	Экспериментальные исследования и испытания турбоустановок	Модуль направлен на изучение вопросов организации экспериментальных исследований и испытаний турбоустановок, их узлов и деталей. Акценты в обучении сделаны на правильном формировании программы испытаний, разработке специальных экспериментальных стендов, оснащении их современным измерительным оборудованием определенных типов и характеристик под решение конкретных задач, автоматизации процесса сбора и обработки экспериментальных данных. Знания и умения, полученные студентами при изучении содержания модуля, будут важны для определения экспериментальных характеристик разрабатываемых объектов, сертификации изделий и последующего ввода в эксплуатацию оборудования при импортозамещении, создании новых турбоустановок и их узлов, а также при модернизации существующего оборудования предприятий топливно-энергетического комплекса.	Паротурбинные установки Проектирование газотурбинных двигателей Эксплуатация газотурбинных установок
15	Практика		
16	Практика	В процессе обучения студенты проходят учебную и технологические практики, проводят научно-исследовательскую работу. Учебная практика профилирующая и проводится на базе промышленного предприятия, ее результатом является получение первичных знаний и умений в области изучаемого оборудования, знакомство с профессиональной деятельностью, приобретение навыков по использованию научно-технической и справочной литературы, производственной документации; поиска и систематизации информации, в том числе научно-исследовательского характера. Технологическая практика позволяет закрепить и расширить знания теоретического материала, изучить особенности конструкторской деятельности при создании турбоустановок, познакомиться с производственными процессами и действующим оборудованием. Обучающиеся изучат технологические процессы предприятия, познакомятся с концепцией цифровой трансформации предприятий энергетического машиностроения, прикладным программным обеспечением и системами промышленной автоматизации. В ходе научно-исследовательской работы обучающиеся учатся формулировать выводы по теме научного исследования и представлять результаты проведенного исследования в соответствии с государственными и отраслевыми стандартами, у них формируется способность к самостоятельному выполнению научно-исследовательской работы, постановке и решению опытно-экспериментальных задач,	Паротурбинные установки Проектирование газотурбинных двигателей Эксплуатация газотурбинных установок

		связанных с профессиональной деятельностью, обработке полученных научных результатов и их анализу, оформлению научных статей и презентаций под руководством преподавателей. Производственная (преддипломная) практика направлена на систематизацию знаний по проектированию газотурбинных/паротурбинных установок, их узлов и систем; выполнение расчетных конструкторских работ/решения эксплуатационных задач и оформления документации по теме исследования. Проводимые исследования и их результаты используются для подготовки выпускной квалификационной работы.	
17	Государственная итоговая аттестация		
18	Государственная итоговая аттестация	Аттестационные испытания – государственный экзамен и защита выпускной квалификационной работы позволяет установить уровень подготовленности обучающихся к применению теоретических знаний и практических умений в решении профессиональных задач по заданной тематике и подтвердить уровень сформированности заявленных в образовательной программе компетенций, необходимых для выполнения трудовых функций, на соответствие профессиональным стандартам и самостоятельно установленному образовательному стандарту (СУОС) УрФУ по магистратуре в области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки».	Паротурбинные установки Проектирование газотурбинных двигателей Эксплуатация газотурбинных установок
19	Факультативы		
20	Адаптационный модуль для лиц с ограниченными возможностями здоровья	Адаптационный модуль для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья направлен на формирование практических навыков адаптации и социализации: осознанной саморегуляции, самопрезентации, стабилизации самооценки и межличностного взаимодействия. Модуль включает в себя две дисциплины: Основы личностного роста и Развитие ресурсов организма. Курс «Основы личностного роста (для лиц с ОВЗ)» направлен на формирование гармоничной личности, адаптированной к социальному взаимодействию в высшем учебном заведении. Зрелость и гармоничность личности определяется адекватной реакцией на внешнее воздействие, а также умением эффективно взаимодействовать с окружающими. Для успешного взаимодействия с окружающими людьми, прежде всего, необходимо адекватно оценить собственные преимущества и недостатки. Принимая во внимание, что курс рассчитан на лиц с ограниченными возможностями здоровья, отдельное внимание уделяется психологическим особенностям обучающихся с различными нозологиями. Закономерно, что наличие инвалидности влияет не только на восприятие человека окружающими, но и на его отношение к себе. Курс «Развитие ресурсов организма (для лиц с ОВЗ)» направлен на приобретение навыков мобилизации и оптимизации индивидуальных возможностей обучающегося. Во время взросления человек испытывает максимальное напряжение и стресс, которые могут привести к снижению мотивации, эффективности деятельности и нервному срыву. Процесс адаптации обучающихся является серьезным испытанием для организма.	