

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНА
Решением Ученого совета,
протокол от 28.05.2024
№ 11

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

от 30.05.2024 № 084-4334

Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Уровень магистратура

Магистерская программа: Цифровые двойники в двигателестроении и транспортном машиностроении

Квалификация магистр

Форма обучения очная

Срок обучения 2 года

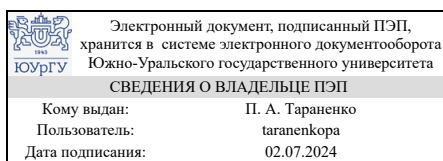
Язык обучения Русский

ФГОС ВО по направлению подготовки утвержден приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918.

Разработчики:

Руководитель направления
подготовки

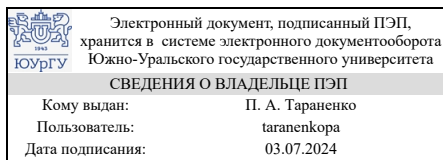
к. техн.н., доцент



П. А. Тараненко

Руководитель магистерской
программы

к. техн.н., доцент



П. А. Тараненко

Челябинск 2024

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника разработана на основе ФГОС ВО, профессиональных стандартов, с учетом потребностей регионального рынка труда, традиций и достижений научно-педагогической школы университета с учетом требований федерального законодательства.

Образовательная программа включает в себя: описание, учебный план с графиком учебного процесса, рабочие программы дисциплин, программы практик, итоговой аттестации, а также оценочные и методические материалы, рабочую программу воспитания, календарный план воспитательной работы, формы аттестации.

При реализации образовательной программы применяются дистанционные образовательные технологии.

Образовательная программа имеет своей целью формирование универсальных и общепрофессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, а также профессиональных компетенций, сформулированных самостоятельно на основе профессиональных стандартов, потребностей регионального рынка труда.

Магистерская программа Цифровые двойники в двигателестроении и транспортном машиностроении ориентирован на профессиональную деятельность в следующих областях (сферах):

Области и сферы профессиональной деятельности	Код и наименование профессионального стандарта	Код и наименование обобщенной трудовой функции	Коды и наименования трудовых функций
31 Автомобилестроение	31.010 Конструктор в автомобилестроении	В Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на автотранспортные средства и их компоненты	В/03.6 Ведение процесса разработки автотранспортных средств и их компонентов
31 Автомобилестроение	31.010 Конструктор в автомобилестроении	С Управление разработкой проектов автотранспортных средств и их компонентов	С/01.7 Планирование разработки конструкций автотранспортных средств и их компонентов; С/02.7 Организация разработки конструкций автотранспортных средств и их компонентов

31 Автомобилестроение	31.010 Конструктор в автомобилестроении	С Управление разработкой проектов автотранспортных средств и их компонентов	С/01.7 Планирование разработки конструкций автотранспортных средств и их компонентов; С/02.7 Организация разработки конструкций автотранспортных средств и их компонентов; С/03.7 Инициирование проведения патентных исследований автотранспортных средств и их компонентов; С/04.7 Организация конструкторского сопровождения производства и испытаний автотранспортных средств и их компонентов; С/05.7 Выявление тенденций развития автотранспортных средств и их компонентов, технологий их производства с учетом потребительских предпочтений и современного развития техники
31 Автомобилестроение	31.010 Конструктор в автомобилестроении	В Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на автотранспортные средства и их компоненты	В/01.6 Разработка технических предложений для создания автотранспортных средств и их компонентов

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях или сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

В рамках освоения программы выпускники готовятся к решению задач профессиональной деятельности следующего типа:
научно-исследовательский.

Магистерская программа Цифровые двойники в двигателестроении и транспортном машиностроении конкретизирует содержание программы путем ориентации на области/сферы профессиональной деятельности выпускников; типы задач; объекты профессиональной деятельности: Автомобили, транспортные средства, специальные автомобили, колесные и гусеничные машины, двигатели внутреннего сгорания; области знания профессиональной деятельности: Двигателестроение и специальное транспортное машиностроение.

В разработке образовательной программы принимали участие представители предприятий-партнеров ООО «Уральский Дизель-Моторный Завод», АО "Автомобильный завод "УРАЛ", АО "Кургандормаш".

Образовательная программа имеет государственную аккредитацию. Итоговая аттестация выпускников является обязательной и осуществляется после выполнения обучающимся учебного плана или индивидуального учебного плана в полном объеме (часть 6 статьи 59 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации").

ГИА по магистерской программе включает: защиту выпускной квалификационной работы.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Результаты освоения образовательной программы определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т. е. его способностью применять знания, умения, навыки в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Перечень формируемых у выпускника компетенций и индикаторы их достижения:

Формируемые компетенции (код и наименование компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения (знания, умения, практический опыт)
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Применяет системный подход и методологию системного анализа проблемных ситуаций для выработки стратегии действий	Знает: основные методы поиска информации по решаемой научно-исследовательской задаче; методы технической диагностики, особенности оценки технического состояния диагностируемых систем, алгоритмы и техническое обеспечение систем диагностики; основные направления, проблемы, методы философии, содержание современных философских течений; физические свойства жидкостей и газов, физические законы равновесия и движения жидкостей и газов, основные уравнения газовой динамики; типичные расчетные случаи, рассчитанные на предотвращение критической ситуации, связанной с нарушением прочности конструкции, типовые задачи, решаемые

методом конечных элементов в современных системах САЕ; современные и актуальные методы организации принятия решений на основе критического анализа предметной области и обработки результатов исследований; основы системного подхода для выработки стратегии действий при решении профессиональных задач; современные методы принятия решений на основе критического анализа предметной области и обработки результатов исследований.

Умеет: искать и систематизировать оригинальную литературу по теме исследований; оценивать эффективность автоматизированных систем технической диагностики в общей структуре АСУ ТП; понимать и применять философские понятия для раскрытия своей жизненной позиции, аргументированно обосновывать свое согласие и несогласие с той или иной философской позицией; понимать и применять философские понятия для анализа проблемных ситуаций, аргументированно обосновывать свое согласие и несогласие с той или иной философской позицией; выработать стратегию изложения аргументов в академической дискуссии; решать прикладные задачи гидромеханики, включая расчеты трубопроводов и отдельных элементов гидросистем, силового воздействия жидкости и газа на ограничивающие поверхности, выполнять расчеты гидравлических потерь энергии; на основе системного подхода решать задачи методом конечных элементов, выработать стратегию действий для предотвращения нарушения прочности конструкции; проводить системный анализ на основе собранных данных и формировать на его основе стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации; проводить системный анализ на основе собранных данных и формировать на его основе стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации; выработать стратегию действий для решения профессиональных задач.

Имеет практический опыт: поиска и анализа литературы по проблеме исследования; использования современных средств измерений, программных продуктов,

		<p>предназначенных для обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга; владения понятийным аппаратом философии, навыками аргументированного изложения собственной точки зрения при анализе проблемных ситуаций; использования логико-методологический инструментария для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области; типовых расчетных исследований гидравлических сопротивлений и устройств истечения жидкостей и газов, путем снижения сил сопротивления и гидравлических потерь энергии; решения задач в современных системах САЕ, основанных на использовании метода конечных элементов; анализа проблемной ситуации, определения причинно-следственных связей, а также разработки стратегий поведения при проблемных ситуациях; решения профессиональных задач, включая постановку задачи (описание проблемной ситуации) и составление плана действий для ее решения; владения методами анализа проблемной ситуации, а также установления причинно-следственных связей.</p>
<p>УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>Управляет проектом на всех этапах его жизненного цикла, выстраивает последовательность их реализации</p>	<p>Знает: теоретические основы взаимодействия конструкторских и расчетных подразделений предприятия с производственными, планово-экономическими и испытательными подразделениями; теоретические основы управления проектами на производственных предприятиях на всех этапах его жизненного цикла; методы и средства технического диагностирования как средства повышения экономичности и надежности конструкции в процессе проектирования и эксплуатации; методы управления проектами; этапы жизненного цикла проекта; методы и средства компьютерной графики и геометрического моделирования, особенности разработки и редактирования САД-моделей узлов и механизмов транспортных средств; основные этапы жизненного цикла проектов; основы управления проектами; основные технико-экономические особенности внедрения и</p>

использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE-, CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий.

Умеет: осуществлять связь конструкторских и расчетных подразделений предприятия с производственными, планово-экономическими

и испытательными подразделениями; управлять проектами на производственных предприятиях на различных этапах его жизненного цикла; пользоваться методикой оценки остаточного ресурса оборудования и поиска неисправностей на основе данных мониторинга; формулировать задачу и способ ее решения; разрабатывать и анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов; разрабатывать проекты, определять целевые этапы и основные направления работ; графически представлять 2D и 3D-объекты; создавать и редактировать изображения, разрабатывать CAD-модели; разрабатывать и анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов; разрабатывать проекты, определять целевые этапы и основные направления работ; управлять проектом на различных этапах его жизненного цикла; определять основные технико-экономические особенности внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE-, CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий.

Имеет практический опыт: применения методов управления проектами на производственных предприятиях, способов взаимодействия конструкторских и расчетных подразделений предприятия с

производственными, планово-экономическими и испытательными подразделениями; выбора метода и средств мониторинга состояния объекта; выбора диагностических параметров и критериев работоспособности; разработки исследовательских проектов в профессиональной сфере; методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах; использования современного программного обеспечения в области разработки CAD-моделей; разработки

		<p>проектов в профессиональной сфере; методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах, продолжительности, стоимости проекта; разработки алгоритмов контроля и решения научно-технических задач, поставленных перед исполнителями в рамках процессного управления на машиностроительных предприятиях; формулировки цели и задач; обоснования актуальности, значимости, ожидаемых результатов и возможные сферы их применения.</p>
--	--	--

<p>УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>Организует и руководит работой команды, вырабатывает командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>Знает: основы организационной структуры предприятия, кооперирование его с другими предприятиями, взаимосвязь цехов, отделов, лабораторий; основные принципы эффективной командной работы; требования, предъявляемые к оформлению и представлению результатов анализа целесообразности и потенциальной выгоды от внедрения передовых производственных технологий в бизнес-процессы машиностроительного предприятия.</p> <p>Умеет: исполнять обязанности руководителя подразделения, лидера группы сотрудников, формировать цели команды, принимать решения в ситуациях риска, учитывая цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотрудникам; руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели, избирая наиболее эффективный стиль работы в команде; структурировать информацию, полученную в ходе аналитического обзора литературы, и оформлять ее в виде презентации.</p> <p>Имеет практический опыт: владения методами и приемами кооперации с коллегами и работы в коллективе; формирования целей команды, принятия решений в ситуациях риска; владения простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде; взаимодействия в условиях работы в команде, воздействия на коллектив; представления в виде доклада, сопровождаемого презентацией, результатов оценки преимуществ, недостатков и сценариев использования передовых производственных технологий на машиностроительном предприятии.</p>
--	--	--

<p>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>Применяет современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>Знает: стиль делового письма, особенности подготовки докладов и презентаций, основные методы поиска информации по решаемой научно-исследовательской задаче, отечественные и зарубежные базы данных научных статей; терминологическую базу для профессионального общения; характерные черты различных видов речевой деятельности и форм речи; источники профессиональной информации на иностранном языке; современные коммуникативные технологии на государственном и иностранном языках; закономерности деловой устной и письменной коммуникации.</p> <p>Умеет: выполнять деловые коммуникации в сфере профессиональной деятельности, делать доклады и презентации, искать и систематизировать оригинальную литературу по теме исследований, составлять библиографическое описание (список использованных источников); вести беседу (диалог, дискуссию, переговоры) профессиональной направленности на иностранном языке; работать с источниками профессиональной информации на иностранном языке; осуществлять деловую переписку, в том числе на иностранном языке, подготавливать отчеты о проделанной работе, делать презентации и доклады.</p> <p>Имеет практический опыт: подготовки доклада и презентации на заданную тему, поиска и анализа литературы по проблеме исследования, в том числе и на иностранном языке, работы с библиографическими системами (Mendeley или Zotero); письменного аргументированного изложения собственной точки зрения на иностранном языке; применения навыков, владения умениями и стратегиями для полноценного участия в профессионально-ориентированной коммуникации на иностранном языке; применения современных коммуникативных технологий, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия; составления текстов профессионального характера на русском и иностранном языке.</p>
--	--	---

<p>УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>Анализирует и учитывает разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>Знает: этические нормы культуры речи, включающие особенности национальных традиций и обычаев; основные этапы развития античной, европейской и русской философии, выражение в философии особенностей конкретной исторической эпохи, разнообразие философских концепций, их противоречивость и единство в решении философских проблем; сущность, разнообразие и особенности различных культур, их соотношение и взаимосвязь на уровне, достаточном для реализации профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет: вести коммуникацию профессиональной направленности на иностранном языке с учетом речевых культурных особенностей; выстраивать социальное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп; создавать недискриминационную среду взаимодействия при выполнении профессиональных задач; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия; обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия.</p> <p>Имеет практический опыт: аргументированного изложения собственной точки зрения на иностранном языке с учетом речевых культурных особенностей; анализа философских произведений, высказывания своей собственной позиции относительно проблем, поднятых философом; использования философских знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений; владения набором аргументов, выражающих позицию научного знания; набором аргументов против лженаучного знания; анализа разногласий и конфликтов в межкультурной коммуникации и их разрешения.</p>
<p>УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты</p>	<p>Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на</p>	<p>Знает: основные принципы организации собственного труда, базовые принципы самооценки; пределы своих возможностей в условиях ограниченности ресурсов; способы</p>

собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

основе самооценки по выбранным критериям, используя инструменты непрерывного образования

совершенствования и развития своего интеллектуального и общекультурного уровней; приемы профессионального и личностного саморазвития с учетом возможностей карьерного роста и требований рынка труда и собственных целевых установок; принципы целеполагания, методы организации и планирования работы на производстве; основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда; способы совершенствования своей деятельности на основе самооценки.

Умеет: оценивать свои личностные ресурсы для успешного выполнения порученного задания, эффективно планировать и распределять время на этапы работы; изучать и решать проблемы на основе неполной или ограниченной информации; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; анализировать ситуацию в профессиональной деятельности и определять на ее основе актуальные для себя траектории профессионального развития; ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций; решать задачи собственного профессионального и личностного развития, включая планирование и изменение карьерной траектории; расставлять приоритеты.

Имеет практический опыт: оценки своих личностных и временных ресурсов для успешного выполнения порученного задания; оптимального использования ресурсов для выполнения поставленной задачи; построения и реализации собственной траектории профессионального саморазвития на основе анализа потребностей профессиональной сферы деятельности; самостоятельной работы, самоорганизации и организации выполнения поручений; планирования карьеры; способами управления своей познавательной деятельностью; самосовершенствования на основе самооценки и принципов образования в течение всей жизни.

<p>ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p>Использует основные законы естественнонаучных, социально-экономических дисциплин для решения нестандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: концепцию четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0), отличие Индустрии 4.0 от предыдущих промышленных революций; цели и задачи ключевых технологий Индустрии 4.0; критерии подтверждения (проверки) адекватности создаваемой модальной математической модели, основные расчетные и экспериментальные методы исследования динамических свойств изделий; вопросы, проблемы, тенденции развития, научные и прикладные достижения математических и естественных наук и использует эти знания для анализа предметной области и разработки новых методов решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; этапы создания компьютерной модели различных процессов; основы компьютерного моделирования процессов с использованием специализированных компьютерных программ на уровне решения стандартных, а также нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p> <p>Умеет: анализировать и сопоставлять комплексное применение ключевых технологий Индустрии 4.0; создавать математические модели динамических систем, верифицированные по результатам модальных испытаний; определять динамические свойства изделий при виброиспытаниях и экспериментальном модальном анализе; самостоятельно приобретать, анализировать, развивать и применять базовые математические, естественнонаучные и профессиональные знания для решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; использовать методы компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; решать стандартные и нестандартные задачи взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа.</p> <p>Имеет практический опыт: самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные,</p>
---	--	---

		<p>социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач цифровой трансформации, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; корректировки (уточнения) расчетной модальной математической модели по экспериментальным данным; решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных и профессиональных знаний; компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; решения стандартных и нестандартных задач.</p>
<p>ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p>	<p>Разрабатывает оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p>	<p>Знает: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач; принципы организации киберфизических систем. Умеет: выбирать методы и средства для решения профессиональных задач с применением современных интеллектуальных технологий, а также разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства; определять сервисы, функции и выбирать технологии их реализации при разработке киберфизических программно-аппаратных компонентов. Имеет практический опыт: разработки оригинальных алгоритмов и программных средств для решения профессиональных задач; самостоятельного проектирования и реализации компонентов цифровых двойников; навыками разработки моделей и алгоритмов для взаимодействия с программными и аппаратными компонентами.</p>

<p>ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p>Анализирует профессиональную информацию, выделяет в ней главное, структурирует, оформляет и представляет в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p>Знает: современные методы получения информации в области профессиональной деятельности, отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей; методы и средства анализа структурирования профессиональной информации; инструменты подготовки аналитических обзоров и презентаций результатов своей работы; оформления выводов и рекомендаций; причины нарушения работоспособности элементов конструкции; виды расчетных случаев, применяемых в прочностных расчетах; интерфейс и основы работы в широко распространенных современных САД и САЕ системах, основанных на применении метода конечных элементов.</p> <p>Умеет: применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров и презентаций с обоснованными выводами и рекомендациями; обосновывать выбор метода расчета, создавать адекватные геометрические модели деталей и механизмов для инженерного анализа; эффективно разбивать детали на конечные элементы; вычислять и анализировать поля напряжений, деформаций и перемещений при статическом, динамическом и тепловом воздействии; выполнять расчеты на устойчивость; делать многовариантные расчеты и выполнять параметрическую оптимизацию; анализировать результаты расчетов и формулировать выводы.</p> <p>Имеет практический опыт: анализа профессиональной информации, подготовки научных докладов, публикаций, аналитических обзоров и презентаций с обоснованными выводами и рекомендациями; анализа проблемной ситуации, разработки адекватной расчетной конечноэлементной модели, анализа результатов и формулировки выводов.</p>
---	--	--

<p>ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований</p>	<p>Применяет на практике новые научные принципы и методы исследований</p>	<p>Знает: способы применения на практике новых научных принципов и методов исследований; современные научные принципы методы исследований для решения профессиональных задач; виды и способы создания математических моделей конструкций, основы работы в широко распространенных современных САД и САЕ системах и пакетах функционального моделирования процессов и систем.</p> <p>Умеет: применять научные принципы и методы исследований при решении профессиональных задач; разрабатывать полнофункциональные математические модели систем и процессов; работать в современных САД и САЕ системах.</p> <p>Имеет практический опыт: применения на практике новых научных принципов и методов исследований для решения профессиональных задач; реализации полнофункциональных математических моделей в современном программном обеспечении; использования конечноэлементных программ; стыковки функциональных моделей, разработанных в пакетах функционального моделирования с твердотельными 3D моделями, разработанными в пакетах твердотельной динамики; стыковки функциональных моделей, разработанных в пакетах функционального моделирования с конечноэлементными 3D моделями, разработанными в пакетах конечноэлементного моделирования.</p>
--	---	---

<p>ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</p>	<p>Разрабатывает и модернизирует программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</p>	<p>Знает: программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач; жизненный цикл программного обеспечения; современные методы построения функциональных моделей процессов и систем на схемном уровне; современные методы построения расчетных 3D моделей динамических систем.</p> <p>Умеет: применять технологии проектирования программного обеспечения; разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем; разрабатывать математические модели процессов в двигателях и автомобилях на схемном уровне (1D модели); разрабатывать гибридные математические модели подсистем двигателей и автомобилей, представляющие собой сочетание 3D моделей и 1D моделей.</p> <p>Имеет практический опыт: разработки и модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач; создания гибридных математических моделей подсистем двигателя и автомобиля, представляющих собой сочетание 3D моделей (твердотельных или конечноэлементных) и 1D моделей (функциональных); использования программного обеспечения для имитационного моделирования, программного обеспечения твердотельной динамики и их совместной работы в режиме ко-симуляции.</p>
---	--	---

<p>ОПК-6 Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования</p>	<p>Разрабатывает компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования</p>	<p>Знает: современные методы построения моделей подсистем автомобилей и двигателей на схемном уровне; методы проверки работоспособности программно-аппаратного обеспечения киберфизических объектов и систем; методы проектирования и разработки программноаппаратных средств киберфизических объектов и систем; эмуляторы программно-аппаратных средств киберфизических объектов и систем.</p> <p>Умеет: формулировать цели и задачи при проектировании автомобилей и двигателей; создавать имитационные модели подсистем автомобилей и двигателей; использовать возможности эмуляторов для управления программно-аппаратными средствами киберфизических объектов и систем; выявлять соответствие требований заказчиков существующим программно-аппаратным средствам киберфизических объектов и систем; оценивать работоспособность программноаппаратных средств киберфизических объектов и систем.</p> <p>Имеет практический опыт: владения современным программным обеспечением расчетного анализа процессов в двигателях и автомобилях; оценки результатов выполнения назначенных заданий для программно-аппаратных средств киберфизических объектов и систем.</p>
---	--	--

<p>ОПК-7 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий</p>	<p>Адаптирует зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий</p>	<p>Знает: зарубежные и отечественные комплексы обработки информации и системы автоматизированного проектирования; о программных продуктах, методах и алгоритмах компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; современные зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования.</p> <p>Умеет: адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий; правильно организовать процесс компьютерного моделирования; создавать компьютерные модели междисциплинарных процессов.</p> <p>Имеет практический опыт: применения и адаптации зарубежных комплексов обработки информации и систем автоматизированного проектирования для решения актуальных задач отечественных предприятий; компьютерного моделирования процессов с помощью специализированных компьютерных программ; анализа и описания результатов компьютерного моделирования; оформления и представления результатов создания компьютерной модели.</p>
--	---	--

<p>ОПК-8 Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов</p>	<p>Осуществляет эффективное управление разработкой программных средств и проектов</p>	<p>Знает: теоретические основы управления проектами на производственных предприятиях на всех этапах его жизненного цикла; теоретические и практические аспекты эффективного управления разработкой программных средств и проектов; отечественные и зарубежные достижения в области программно-аппаратных комплексов, использующихся для построения цифровых двойников.</p> <p>Умеет: управлять проектами на производственных предприятиях; осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов, оценивать эффективность и качество; определять сервисы, функции и выбирать технологии их реализации при разработки киберфизических программно-аппаратных компонентов.</p> <p>Имеет практический опыт: управления проектами; эффективного управления процессом разработки проекта, мониторинга его хода и корректировки процесса с целью повышения эффективности; самостоятельного проектирования и реализации компонентов цифровых двойников.</p>
--	---	--

Формируемые компетенции (код и наименование компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Профессиональный стандарт и трудовые функции	Результаты обучения (знания, умения, практический опыт)
<p>ПК-1 Способен разрабатывать конструкции двигателей, транспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников, анализировать влияние ключевых факторов на выходные характеристики изделий, внедрять и применять технологии цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия</p>	<p>Разрабатывает конструкции транспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников, анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики изделий, внедряет и применяет технологии цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия</p>	<p>31.010 Конструктор в автомобилестроении С/01.7 Планирование разработки конструкций автотранспортных средств и их компонентов С/02.7 Организация разработки конструкций автотранспортных средств и их компонентов</p>	<p>Знает: основы создания компьютерной модели для адекватного описания механического поведения реальной конструкции; гипотезы, лежащие в основе расчетных методов и способы упрощения моделей; особенности моделирования твердотельных, оболочечных и балочных элементов конструкций; причины выхода из строя типовых элементов автотранспортных средств[1]; современные автоматизированные системы технической диагностики объектов; элементы технологий цифровых двойников; математические основы и способы построения моделей автомобилей, двигателей и их подсистем, законы, способы и алгоритмы управления; концепцию цифровых двойников; основные подходы к определению понятия "цифровой двойник"; основные подходы к валидации и верификации моделей; конструкции двигателей и транспортных средств и ключевые факторы, влияющие на их выходные характеристики и этапы жизненного цикла; современные технологии разработки цифровых двойников; передовые информационные технологии и компьютерные программы для 3D-моделирования узлов и механизмов транспортных средств; современные методы</p>

оценки прочности различных подсистем автотранспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников; методы и подходы к разработке имитационных моделей транспортных средств; методы расчета собственных и вынужденных колебаний динамических систем; методы экспериментального определения собственных частот и форм конструкций; современные технологии ускоренного прототипирования элементов и конструкций на базе 3D-печати и особенности верификации элементов цифровых двойников изделия на этапе проектирования и эксплуатации по результатам испытаний образцов материалов и конструктивно-подобных элементов

Умеет: применять технологии цифровых двойников для анализа влияния ключевых факторов на выходные характеристики конструкции; пользоваться методами и средствами технической диагностики для проведения научно-исследовательских, расчетных и экспериментальных работ в сфере разработки цифровых двойников с целью анализа динамики, прочности и надежности конструкций; формировать на схемном уровне модели подсистем двигателей и автомобилей и изделий в целом, производить настройку и отладку систем управления; использовать подходы к созданию цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия;

разрабатывать конструкции двигателей и транспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников, анализировать влияние ключевых факторов на выходные характеристики изделий; подготавливать геометрические модели деталей и механизмов для инженерного анализа; выполнять анализ напряженно-деформированного состояния, а также прочностной анализ элементов автотранспортных конструкций, в том числе с учетом теплового воздействия; выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных имитационных моделей транспортных средств, работать с современными пакетами имитационного и конечноэлементного моделирования транспортных средств; определять собственные частоты и формы конструкций расчетным и экспериментальным путем; сопоставлять расчетные и экспериментальные собственные формы по MAC критерию; определять перечень мероприятий для создания и верификации элементов "цифровых двойников" изделий, позволяющих снизить количество дорогостоящих испытаний полноразмерных прототипов

Имеет практический опыт: применения технологий цифровых двойников на этапе оценки прочности конструкции; использования современных средств измерений, программных продуктов, предназначенных для

			<p>обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга; применения программного обеспечения имитационного моделирования для построения моделей двигателей, автомобилей и их подсистем; создания цифровых двойников машиностроительных конструкций на стадии проектирования; создания/совершенствования конструкции двигателей, транспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников; работы в современных компьютерных программах CAD-моделирования; расчетов на прочность элементов автотранспортных конструкций при механическом и тепловом воздействии; работы с современным программным обеспечением имитационного моделирования; имитационного моделирования транспортных средств; работы с современной аппаратурой и программным обеспечением для проведения и обработки результатов модальных и вибропрочностных испытаний; разработки плана мероприятий по обеспечению требований прочности, жёсткости, устойчивости и стоимости при создании глобально-конкурентоспособных изделий</p>
ПК-2 Способен разрабатывать технические предложения для создания и совершенствования	Разрабатывает технические предложения для создания и совершенствования автотранспортных	31.010 Конструктор в автомобилестроении В/01.6 Разработка технических предложений для создания	Знает: методы определения нагрузок, действующих в элементах кривошипно-шатунного механизма[2]; устройство и принцип работы двигателя внутреннего

<p>ния двигателей, автотранспортных средств и их компонентов, выполнять анализ процессов в автомобиле, двигателе и других его подсистемах на различных стадиях проектирования, систематизировать и документировать информацию о технико-экономических показателях и патентном поиске с учетом повышения конкурентоспособности проектов автотранспортных средств и их компонентов</p>	<p>средств и их компонентов, выполняет инженерный анализ процессов в автомобиле, двигателе и других его подсистемах на различных стадиях проектирования, систематизирует и документирует информацию о технико-экономических показателях и патентном поиске с учетом повышения конкурентоспособности проектов автотранспортных средств и их компонентов</p>	<p>автотранспортных средств и их компонентов</p>	<p>сгорания, его систем, узлов и агрегатов; теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и силовых установках; наукометрические базы данных; основы патентного поиска; устройство и принцип работы специального автомобиля, его систем, узлов и агрегатов; принципы разработки технических предложений для создания и совершенствования двигателей, автотранспортных средств и их компонентов; методы разработки математических моделей двигателя и его подсистем различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов; методы определения сил и моментов, действующих в кривошипно-шатунном механизме; основные виды структурно-графического представления систем автоматического управления (САУ) (обобщенная структура, функциональная схема, конструктивная блок-схема САУ (системы автоматического регулирования), алгоритмическая структурная схема), их смысл, назначение и способы получения</p> <p>Умеет: применять современные методы расчета сил и моментов, действующих в поршневых двигателях; анализировать конструкцию двигателя и его подсистем по 3D модели конструкции; выполнять патентный поиск; анализировать конструкцию автомобиля и его подсистем по 3D модели конструкции; выполнять анализ процессов в автомобиле, двигателе и других</p>
--	--	--	---

его подсистемах на различных стадиях проектирования, систематизировать и документировать информацию о технико-экономических показателях и патентном поиске с учетом повышения конкурентоспособности проектов автотранспортных средств и их компонентов; использовать методы математического моделирования для разработки и расчета процессов в двигателе и его подсистемах с целью оценки требований технического задания на ранних стадиях проектирования; применять современные методы расчета сил и моментов, действующих в поршневых двигателях; составлять обобщенные структуры САУ (или САР), соответствующие им функциональные схемы, выбирать соответствующие функциональным блокам технические устройства, изображать конструктивную блок-схему САР

Имеет практический опыт: определения нагрузок, действующих в элементах кривошипно-шатунного механизма; использования классических методов расчета и анализа рабочих циклов и процессов в энергетических машинах и силовых установках; патентного поиска; использования классических методов расчета и анализа процессов в автомобиле и его подсистемах; анализа процессов в автомобиле, двигателе и других его подсистемах; разработки и исследования двигателей и его подсистем на ранних стадиях

			<p>проектирования в пакетах функционального моделирования; расчета процессов в двигателе и его подсистемах в пакетах твердотельной динамики и функционального моделирования; определения нагрузок, действующих в элементах кривошипно-шатунного механизма; компьютерного моделирования и анализа свойств САУ и САР, исследования и оценки динамических свойств САР во временной, комплексной и частотной областях</p>
<p>ПК-3 Способен планировать работы и разрабатывать конструкции двигателей и автотранспортных средств на основе сложных конечноэлементных расчетов и результатов междисциплинарного анализа динамики и прочности их узлов и агрегатов; разрабатывать методики и проводить виртуальные испытания различных подсистем двигателей и автотранспортных средств</p>	<p>Планирует работы и разрабатывает конструкции двигателей и автотранспортных средств с применением сложных конечноэлементных расчетов и результатов междисциплинарного анализа динамики и прочности их узлов и агрегатов; разрабатывает методики и проводит виртуальные испытания различных подсистем двигателей и автотранспортных средств</p>	<p>31.010 Конструктор в автомобилестроении С/01.7 Планирование разработки конструкций автотранспортных средств и их компонентов С/02.7 Организация разработки конструкций автотранспортных средств и их компонентов С/03.7 Инициирование проведения патентных исследований автотранспортных средств и их компонентов С/04.7 Организация конструкторского сопровождения производства и испытаний автотранспортных средств и их компонентов С/05.7 Выявление тенденций развития автотранспортных средств и их компонентов, технологий их производства с учетом</p>	<p>Знает: возможности современных систем компьютерного инжиниринга (CAE)[3]; основные понятия и определения теории надежности; методы моделирования состояния сложных технических систем на основе марковских процессов; классификацию и основные виды испытаний на надежность; методы ускоренных испытаний[4]; методы и подходы к созданию междисциплинарных моделей процессов в двигателях и транспортных средствах; методики выполнения виртуальных испытаний различных подсистем двигателей и автотранспортных средств; модели течения жидкостной и газовой сред и области их использования, физические законы равновесия и движения жидкостей и газов; методы моделирования газовых потоков в ДВС; теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках; основы</p>

		<p>потребительских предпочтений и современного развития техники</p>	<p>метода конечных элементов, основной набор методов оценки тепловой и механической напряженности элементов конструкций; механизмы усталостного разрушения несущих элементов; характеристики сопротивления усталости; вероятностное представление характеристик сопротивления усталости; характер нагруженности элементов конструкций транспортных систем в условиях эксплуатации; предельное состояние элементов конструкций при вибрационном нагружении; методы оценок накопленного повреждения, методы суммирования усталостных повреждений; классификацию процессов нагружения с точки зрения усталости; обобщенную диаграмму усталости; возможности пакета программ Ansys Workbench компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; основные расчетные и экспериментальные методы определения собственных частот и форм конструкций; основные методы идентификации динамических характеристик механических систем (собственных частот, форм и декрементов колебаний) по экспериментальным данным; метод суперпозиции собственных форм; метод комплексных амплитуд Умеет: осваивать и применять их на практике САЕ-системы для решения профессиональных задач; составлять графы,</p>
--	--	---	--

описывающие состояние технической системы; определять характеристики надежности по результатам испытаний партии изделий; разрабатывать связанные междисциплинарные модели процессов в двигателях и транспортных средствах; анализировать различные гидрогазодинамические явления и строить их математические модели; использовать основные уравнения газовой динамики для решения прикладных задач; корректировать геометрические модели изделия для последующего построения конечноэлементной модели; создавать конечноэлементные модели механических систем, выполнять их расчет, анализировать результаты расчета конечноэлементных моделей; искать информацию о развивающихся возможностях систем математического (численного) моделирования поведения конструкций; проводить расчеты запасов прочности и ресурса элементов конструкций; прогнозировать характеристики сопротивления усталости для эксплуатационных нагрузок на стадии проектирования конструкций; осваивать и применять в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и вычислительные методы компьютерного инжиниринга; расчетным и экспериментальным путем строить амплитудно-частотную характеристику; определять собственные частоты и формы, декременты колебаний по

результатам виброиспытаний и экспериментального модального анализа
Имеет практический опыт:
расчетов напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций с помощью современных пакетов прикладных программ;
расчетов вероятностей нахождения системы в различных состояниях и получения оценок характеристик надежности системы; получения усталостных характеристик материалов по результатам ускоренных испытаний;
выполнения конечноэлементных расчетов на прочность, газодинамических расчетов, тепловых расчетов и связанных расчетов применительно к автомобилям и двигателям; решения типовых задач гидро- газодинамики с привлечением физико-математического аппарата;
решения задач течения жидкостей и газов в элементах двигателей внутреннего сгорания; решения задач внешней аэродинамики автомобилей; владения современными конечноэлементами пакетами; расчета динамики и прочности конечноэлементных моделей конструкций; сравнения различных возможных подходов к решению задач тепловой и механической напряженности элементов конструкций; определения предельного состояния материалов несущих конструкций изделий в условиях эксплуатационного нагружения и вероятностных

			<p>методов расчета ресурса и запасов усталостной прочности несущих конструкций;</p> <p>построения вычислительных моделей взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа;</p> <p>владения современной аппаратурой и программным обеспечением;</p> <p>экспериментального определения собственных частот и форм конструкций по результатам модальных и вибропрочностных испытаний</p>
<p>ПК-4 Способен разрабатывать комплексные междисциплинарные функциональные модели двигателей, автотранспортных систем и их компонентов, выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных моделей, работать с современными передовыми системами управления инженерными данными об узлах и агрегатах изделия</p>	<p>Разрабатывает комплексные междисциплинарные функциональные модели двигателей, автотранспортных систем и их компонентов, выполняет расчеты и анализировать результаты, работает с современными передовыми системами управления инженерными данными об узлах и агрегатах изделия</p>	<p>31.010 Конструктор в автомобилестроении В/03.6 Ведение процесса разработки автотранспортных средств и их компонентов</p>	<p>Знает: методы и подходы к разработке расчетных 3D моделей автомобилей, представляющих собой сборку из абсолютно твердых тел; подходы и методы построения гибридных моделей автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем[5];</p> <p>теоретические основы и методы компьютерного моделирования систем, представляющих собой сборку из абсолютно твердых тел; методы и подходы к разработке расчетных 3D моделей автомобилей, представляющих собой сборку из абсолютно твердых тел; подходы и методы построения гибридных моделей автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем; методы разработки комплексных междисциплинарных функциональных моделей двигателей, автомобилей и их подсистем; методы разработки</p>

математических моделей
автомобиля и его подсистем
различного уровня;
теоретические основы и методы
компьютерного моделирования
механических, электрических,
пневматических,
гидравлических систем и
систем управления в виде
функциональных элементов,
обладающих входом и выходом;
знает основные понятия и
определения теории
автоматического управления,
устройство и принцип действия
систем управления двигателем;
комплексные
междисциплинарные
функциональные модели
двигателей, автотранспортных
систем и их компонентов,
передовые системы управления
инженерными данными об
узлах и агрегатах транспортных
средств; методы и подходы к
разработке комплексных
междисциплинарных
функциональных моделей
автомобилей и их подсистем;
методы и подходы к разработке
комплексных
междисциплинарных
функциональных моделей
двигателей внутреннего
сгорания и их подсистем;
критерии подтверждения
(проверки) адекватности
создаваемой модальной
математической модели
Умеет: разрабатывать 3D
модели автомобиля в пакетах
твердотельной динамики;
разрабатывать гибридные
моделей автомобилей,
представляющих собой
расчетную 3D модель
автомобиля, связанную с
функциональными моделями
его подсистем; разрабатывать

виртуальные модели исследуемых механических систем, в максимальной степени учитывающие особенности их конструкции; выполнять расчёт параметров конструкции, определяющих ее работоспособность и точность (перемещения, скорости и ускорения точек, действующие нагрузки); выполнять оптимизацию параметров конструкции; разрабатывать 3D модели автомобиля в пакетах твердотельной динамики; разрабатывать гибридные модели автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем; работать с современными программными пакетами моделирования подсистем автомобилей и двигателей, выполнять расчеты и анализировать результаты; использовать методы математического моделирования для разработки и расчета процессов в автомобиле и его подсистемах с целью оценки требований технического задания на ранних стадиях проектирования; создавать функциональные математические модели механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления, соединять их с твердотельными 3D моделями элементов конструкций, решать задачу твердотельной динамики и определять перемещения, скорости, ускорения основных элементов механической системы и характерные

параметры других подсистем;
проводить простейшие расчеты систем управления объектов энергетического машиностроения;
разрабатывать комплексные междисциплинарные функциональные модели двигателей, автотранспортных систем и их компонентов, выполнять расчеты и анализировать результаты расчета; выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных функциональных моделей автомобилей, работать с современными пакетами функционального и конечноэлементного моделирования подсистем автомобилей; выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных функциональных моделей двигателей внутреннего сгорания, работать с современными пакетами функционального и конечноэлементного моделирования подсистем двигателей внутреннего сгорания; выполнять расчеты установившихся вынужденных колебаний методом суперпозиции собственных форм в современных конечноэлементных пакетах; сопоставлять расчетные и экспериментальные собственные формы колебаний; создавать математическую модель динамической системы, верифицированную по результатам модальных испытаний

Имеет практический опыт:
разрабатывать 3D модели

автомоболия в пакетах твердотельной динамики; разрабатывать гибридные модели автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем; работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для компьютерного моделирования динамических систем, состоящих из абсолютно твердых тел; расчета движения автомобилей по виртуальным полигонам, анализа результаты расчета разработанных моделей автомобилей; построения функциональных моделей двигателей, автотранспортных систем и их компонентов, выполнения расчетов и анализа результатов; разработки и исследования виртуальных моделей автомобиля и его подсистем на ранних стадиях проектирования в пакетах функционального моделирования; расчета процессов в автомобиле и его подсистемах в пакетах твердотельной динамики и функционального моделирования; владения современным программным обеспечением по созданию математических моделей механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления; создания функциональных моделей подсистем двигателей; создания функциональных моделей специальных автомобилей и их подсистем; применения современного

		<p> программного обеспечения функционального моделирования для расчета систем автоматического управления; работы с современными передовыми системами управления инженерными данными об узлах и агрегатах транспортных средств; разработки комплексных междисциплинарных функциональных моделей двигателей, автотранспортных систем и их компонентов; работы с современным программным обеспечением функционального моделирования; функционального моделирования автомобилей и их подсистем; работы с современным программным обеспечением функционального моделирования; функционального моделирования двигателей внутреннего сгорания и их подсистем; использования МАС критерия для сопоставления расчетных и экспериментальных собственных форм; корректировки (уточнения) расчетной модальной математической модели по экспериментальным данным </p>
--	--	--

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

	УК-1	УК-2	УК-3	УК-4	УК-5	УК-6	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-7	ОПК-8	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4
Управление проектами		+	+											+				
Цифровые двойники как компонент индустрии 4.0							+											
Современное программное обеспечение построения цифровых двойников												+			+			
Имитационное моделирование										+								
Функциональное моделирование процессов и систем											+							+
Цифровые двойники динамических систем							+								+			
Программно-аппаратное обеспечение цифровых двойников												+						

Философия технических наук	+				+												
Компьютерное моделирование в Ansys Workbench							+						+				+
Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников	+																+
Современные проблемы создания цифровых двойников														+			
Иностранный язык в профессиональной деятельности				+	+												
Программная инженерия цифровых двойников																	+
Основы автоматизированного проектирования		+													+		

Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)		+					+	+									+	
Производственная практика (эксплуатационная) (3 семестр)	+							+								+	+	+
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)	+	+	+	+	+	+												+
Технологии цифровых двойников*																+		
Цифровые двойники в транспортном машиностроении*																		+
Цифровые двойники в двигателестроении*																+		

*факультативные дисциплины

4. СВЕДЕНИЯ ОБ УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Ресурсное обеспечение образовательной программы отвечает требованиям к условиям реализации образовательных программ высшего образования, определяемых ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

4.1. Общесистемное обеспечение программы

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам. Перечень задействованных учебных лабораторий представлен в рабочих программах дисциплин, практик.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе «Лань» и к электронной информационно-образовательной среде университета. Университетом разработана информационная аналитическая система «Универис», доступ студента к которой осуществляется через личный кабинет. Студент имеет возможность ознакомиться с учебным планом, рабочими программами изучаемых дисциплин, практик, электронными образовательными ресурсами. В системе также хранятся сведения о результатах текущей и промежуточной аттестации каждого студента; через раздел «Топ-500» формируется электронное портфолио обучающегося, в том числе имеется возможность сохранения его работ и оценок за эти работы; имеется возможность общаться с любым участником образовательного процесса по электронной почте.

4.2. Материально-техническое обеспечение программы

Учебные аудитории университета оснащены необходимым оборудованием и техническими средствами обучения, обеспечивающими проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и самостоятельной работы обучающихся, предусмотренными учебным планом вуза, и соответствующими действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Перечень материально-технического обеспечения, используемого при реализации образовательной программы, приведен в рабочих программах дисциплин и практик.

Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с возможностью выхода в сеть «Интернет», в том числе в электронную-информационно-образовательную среду университета.

Университет располагает необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, состав которого определен в рабочих программах дисциплин и практик.

Образовательная программа обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным дисциплинам. Обучающимся обеспечен доступ к фондам учебно-методической документации.

4.3. Кадровое обеспечение реализации программы

Реализация образовательной программы обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы на иных условиях.

Квалификация педагогических работников университета отвечает квалификационным требованиям, указанным в профессиональных стандартах (при наличии) и (или) квалификационных справочниках.

Все преподаватели занимаются научной, учебно-методической и (или) практической деятельностью, соответствующей профилю преподаваемых дисциплин.

Доля педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень и (или) ученое звание, в общем числе педагогических работников университета, составляет не менее 70 %.

Доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и (или) работников организаций, осуществляющих трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники, (имеющих стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет) в общем числе работников составляет не менее 5 %.

Общее руководство научным содержанием программы магистратуры осуществляет научно-педагогический работник университета, имеющий ученую степень, осуществляющий самостоятельные научно-исследовательские (творческие) проекты или участвующий в осуществлении таких проектов, по направлению подготовки, имеющий ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющий ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных конференциях.

4.4. Финансовые условия реализации программы

Размер средств на реализацию образовательной программы ежегодно утверждается приказом ректора.

4.5. Механизмы оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе определяется в соответствии с Положением о внутренней независимой оценке качества образования.