

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Направление подготовки 15.04.03 Прикладная механика
Уровень магистратура

Магистерская программа: Цифровое производство высокотехнологичных изделий из новых материалов

Квалификация магистр

Форма обучения очная

Срок обучения 2 года

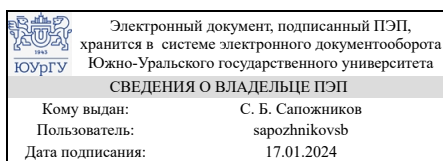
Язык обучения Русский

ФГОС ВО по направлению подготовки утвержден приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 731.

Разработчики:

Руководитель направления
подготовки

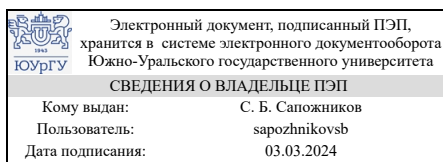
д. техн.н., профессор



С. Б. Сапожников

Руководитель магистерской
программы

д. техн.н., профессор



С. Б. Сапожников

Челябинск 2024

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика 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.

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 Цифровое производство высокотехнологичных изделий из новых материалов 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
25 Ракетно-космическая промышленность в сфере повышения надежности и снижения материалоемкости деталей, узлов и механизмов ракетно-космической техники	25.039 Инженер-конструктор по динамике и прочности изделий в ракетно-космической промышленности	С Проведение расчетов на прочность и сопровождение изделий РКТ на всех этапах жизненного цикла	С/01.7 Проведение расчетной проверки прочности изделий РКТ и сопровождение на всех этапах жизненного цикла
25 Ракетно-космическая промышленность в сфере повышения надежности и снижения материалоемкости деталей, узлов и механизмов ракетно-космической техники	25.039 Инженер-конструктор по динамике и прочности изделий в ракетно-космической промышленности	Д Проведение экспериментальной отработки динамики и прочности изделий РКТ	Д/01.7 Разработка и оформление конструкторской документации для подготовки и проведения динамических и прочностных испытаний изделий РКТ; Д/02.7 Сопровождение процесса подготовки и проведения динамических и прочностных испытаний изделий РКТ

32 Авиастроение в сфере повышения надежности и снижения материалоемкости деталей, узлов и механизмов авиационной техники	32.004 Специалист по прочностным расчетам авиационных конструкций	С Проведение расчетных работ для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА	С/01.6 Расчет соединений элементов авиационных конструкций, узлов и агрегатов ЛА на статическую прочность; С/04.6 Расчет соединений элементов авиационных конструкций, узлов и агрегатов ЛА, связанный с быстропротекающими процессами; С/05.6 Расчет соединений элементов авиационных конструкций, узлов и агрегатов ЛА на усталостную прочность; С/06.6 Расчет эксплуатационной живучести узлов и агрегатов ЛА; С/10.6 Проведение расчетов композиционных материалов и микромеханики; С/11.6 Проведение расчетов по оптимизации узлов и агрегатов ЛА
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности в сфере расчетно-экспериментальных работ с элементами научных исследований в области прикладной механики	40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	С Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	С/01.6 Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам

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, включающий расчетно-экспериментальную деятельность.

Магистерская программа Цифровое производство высокотехнологичных изделий из новых

материалов конкретизирует содержание программы путем ориентации на области/сферы профессиональной деятельности выпускников; научно-исследовательский, включающий расчетно-экспериментальную деятельность типы задач.

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	анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи; критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи; рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки; критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников; разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов; использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной	Знает: основные направления, проблемы, методы философии, содержание современных философских течений; методы построения систем на базе искусственного интеллекта; предмет, понятия, методы информационно-аналитической работы. Умеет: 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; вырабатывать стратегию изложения аргументов в академической дискуссии; использовать результаты обработки больших массивов данных для обучения нейронных сетей; вырабатывать стратегию действий при решении практических задач; использовать инструментарий информационно-аналитической работы; анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи; критически анализировать информацию,

	<p>области</p>	<p>необходимую для решения поставленной задачи; рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>Имеет практический опыт: 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; самостоятельной разработки моделей машинного обучения для решения профессиональных задач; применения знаний о свойствах и характеристиках информации, в нахождении информации в различных источниках, определении главного и второстепенного, в упорядочивании, систематизировании и структурировании данных и знаний; нахождения адекватных средств для решения современных проблем, интерпретации и анализа полученных результатов.</p>
<p>УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>формулирует на основе поставленной проблемы задачу и способ ее решения; разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости; разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования; осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта</p>	<p>Знает: методы и средства технического диагностирования как средства повышения экономичности и надежности конструкции в процессе проектирования и эксплуатации; 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; методики разработки проектов перспективных изделий; принципы использования современного программного обеспечения; основные требования, предъявляемые к проектной работе, этапы и критерии оценки результатов проектной деятельности; основные технико-экономические особенности внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE-, CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий.</p> <p>Умеет: пользоваться методикой оценки</p>

остаточного ресурса оборудования и поиска неисправностей на основе данных мониторинга; формулировать задачу и способ ее решения; 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; определять целевые этапы, основные направления работ; выбирать оптимальный набор потребительских, технических, технологических и экономических показателей новых изделий; составлять техническую документацию на проекты, их элементы и сборочные единицы; разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; основные технико-экономические особенности внедрения и использования на машиностроительных предприятиях CAD-, CAE-, CAM-, PDM/PLM-, ERP-систем, передовых производственных технологий. Имеет практический опыт: по выбору метода и средств мониторинга состояния объекта; выбор диагностических параметров и критериев работоспособности; владения методами управления проектами на производственных предприятиях, способами взаимодействия конструкторских и расчетных подразделений предприятия с производственными, планово-экономическими и испытательными подразделениями; выбора технологии проектирования, конструирования и создания составных частей изделий, в том числе на основе цифрового моделирования; разработки проектов перспективных изделий; составления плана-графика реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения; разработки алгоритмов контроля и выполнения 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.
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели; планирует и корректирует работу команды; разрешает конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета интересов всех сторон; организует дискуссии по заданной теме и обсуждение результатов работы команды с привлечением оппонентов разработанным идеям; планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды;	Знает: основы организационной структуры предприятия, кооперирование его с другими предприятиями, взаимосвязь цехов, отделов, лабораторий; принципы и методы создания новых инновационных предприятий и организаций; виды инновационных предпринимательских стратегий; принципы, методы и критерии оценки эффективности инновационных проектов; структуру инновационной среды предприятия. Умеет: в качестве руководителя подразделения, лидера группы сотрудников формировать цели команды, принимать решения в ситуациях риска, учитывая цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотруднику; оценивать риски, а также находить инструменты, направленных на их оценку и минимизацию. Имеет практический опыт: владения методами и приемами кооперации с коллегами и работы в коллективе; формирования целей команды, принятия решения в ситуациях риска; оценки инновационного потенциала и климата предприятия; построения системы рисков, а также поиска инструментов, направленных на их оценку и минимизацию.
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	устанавливает и развивает профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия; составляет, переводит и редактирует различные академические тексты, в том числе на иностранном языке; представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат; аргументированно и	Знает: терминологическую базу для профессионального общения; характерные черты различных видов речевой деятельности и форм речи; источники профессиональной информации на иностранном языке; современные коммуникативные технологии; основные принципы подготовки доклада и презентации; способы и средства современных коммуникаций, результаты деятельности ведущих научно-производственных отечественных и зарубежных центров по профилю профессиональной деятельности, знакомиться с изданиями научно-производственного характера, материалами соответствующих научных журналов и регулярно проводимых конференций. Умеет: вести беседу (диалог, дискуссию, переговоры) профессиональной направленности на иностранном языке;

	<p>конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке</p>	<p>работать с источниками профессиональной информации на иностранном языке; применять современные коммуникативные технологии, понимать технические тексты на иностранном языке; пользоваться отечественными и зарубежными базами данных научных публикаций (Scopus, WoS, РИНЦ и др.), вести целенаправленный библиографический поиск в различных электронных библиотеках, используя современные коммуникативные технологии, предоставляемые всемирной паутиной.</p> <p>Имеет практический опыт: 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; подготовки доклада на заданную тему и презентации; восприятия видео по тематике курса на иностранном языке; чтения технических текстов на иностранном языке; работы с отечественными и зарубежными базами данных и электронными библиотеками различного уровня, владения приемами и средствами целенаправленного библиографического поиска; составления и редактирования академических текстов технической направленности.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии; выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп; обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач</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.</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.</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.</p>
<p>УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания; определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты</p>	<p>Знает: основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций; основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций; роль компьютерного моделирования в общей системе расчетно-экспериментального изучения прочности конструкций; способы построения профессиональной траектории с учетом накопленного опыта и динамично изменяющихся требований рынка труда;</p>

непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда

основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций; основные тенденции развития направлений работ в области прикладной механики, прочности и безопасности конструкций. Умеет: самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах; самостоятельно составлять аналитический обзор литературы по теме выполняемого научного исследования; оценивать свои личностные и временные ресурсы для успешного выполнения порученного задания; самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах; искать информацию о развивающихся возможностях систем математического (численного) моделирования поведения конструкций, осваивать и применять их на практике; самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах; самостоятельно работать с системой помощи, примерами в современных конечноэлементных пакетах. Имеет практический опыт: самостоятельного составления статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки; самостоятельного поиска современных литературных источников в отечественных и зарубежных базах данных; самостоятельного составления статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки; сравнения различных возможных подходов к решению задач прочности конкретных конструкций; самостоятельного составления статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки; самостоятельного составления статьи в научный журнал; определения приоритетов профессионального роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе

		самооценки.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований	ориентируется в основных направлениях развития науки и техники в области профессиональной деятельности; формулирует цели и задачи научного исследования, выявляет приоритеты решения задач; выбирает и при необходимости создает критерии оценки исследований; анализирует состояние научно-технической проблемы	<p>Знает: области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов; историю и тенденции развития подходов к решению задач прочности и безопасности конструкций; области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов; современные методы исследования, методы оценки и представления результатов выполненной работы; области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов; области применения и возможности теоретических методов решения задач о прочности конструкций, особенности численной и программной реализации этих методов, возможности современных экспериментальных методов; методы решения тепловых и проточных задач; методы решения задач динамики.</p> <p>Умеет: применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы, необходимые для решения задач, возникающих при выполнении НИР; выбирать критерии прочности и методы оценки для конкретных конструкций; применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы, необходимые для решения задач, возникающих при выполнении НИР; анализировать результаты расчетов и экспериментов, формулировать выводы и рекомендации по совершенствованию исследуемого изделия или конструкции; применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы, необходимые для решения задач, возникающих при выполнении НИР; применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы, необходимые для</p>

		<p>решения задач, возникающих при выполнении НИР; решать тепловые и проточные задачи, используя современные пакеты прикладных программ; решать задачи динамики, пользуясь современными пакетами прикладных программ.</p> <p>Имеет практический опыт: формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы; анализа критериев прочности с точки зрения их применимости к конкретным конструкциям; формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы; использования современных конечноэлементных пакетов для исследования основных закономерностей деформирования и разрушения элементов конструкций различного назначения; формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы; формулировки цели и задач научного исследования, определения приоритетов решения задач; разработки критериев оценки исследований; анализа состояния научно-технической проблемы; численного решения тепловых и проточных задач; численного решения задач динамики.</p>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности</p>	<p>разрабатывает и выполняет экспертизу технической документации; оформляет отчеты о научно-технической деятельности</p>	<p>Знает: основы ЕСКД, нормативно-правовые документы, регламентирующие выполнение расчетов на прочность и оформление отчетов о НИР; состав и основные положения нормативно-технической документации, регламентирующей расчеты на прочность; этапы проектно-конструкторской подготовки производства; требования к проектно-конструкторской документации; особенности работ, выполняемых на стадиях жизненного цикла создания изделий.</p> <p>Умеет: выполнять анализ отчетов о научно-исследовательских работах на предмет соответствия их техническому заданию; выполнять сравнение уровней нормативно-технической документации по расчетам на прочность, принятой в разных отраслях промышленности; анализировать проект с учетом альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; проводить патентные исследования.</p> <p>Имеет практический опыт: оформления отчетов о научно-исследовательской работе; выбора подходов к решению задач прочности конкретных конструкций и разделов нормативной документации, регламентирующих реализацию этих подходов; оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта; разработки всех этапов проектирования нового изделия.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>ОПК-3 Способен организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов</p>	<p>определяет перечень мероприятий по совершенствованию, модернизации и унификации элементов машиностроительных конструкций с помощью современных CAD/CAM/CAE технологий</p>	<p>Знает: базовые понятия метода конечных элементов; основные методы проектирования; компоненты CAD/CAM/CAE-систем; технологии моделирования МКЭ сложных структур из композитных материалов с использованием Ansys Composite PrePost; 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 МКЭ для модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов; проводить проектирование деталей и узлов с использованием CAD- и CAE-систем; применять встроенные численные алгоритмы для решения прикладных задач; создавать конечно-элементные модели композитных структур и выполнять их инженерный анализ; определять перечень мероприятий для создания и верификации элементов "цифровых двойников" изделий, позволяющих снизить количество дорогостоящих испытаний полноразмерных прототипов. Имеет практический опыт: инженерными подходами КЭ анализа изделий и их элементов; применения методов проектирования деталей и узлов конструкций; инженерного анализа изделий из композитных материалов с помощью модуля Composite PrePost пакета прикладных программ Ansys Workbench; разработки плана мероприятий по обеспечению требований прочности, жёсткости, устойчивости, стоимости при создании глобально-конкурентоспособных машиностроительных изделий и конструкций.</p>
<p>ОПК-4 Способен разрабатывать методические и нормативные документы, в том числе проекты стандартов и сертификатов с учетом действующих</p>	<p>разрабатывает простейшие методические нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ; оформляет статьи с использованием уже имеющихся стандартов; пользуется нормами прочности в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности; современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности; современные стандарты, ГОСТы, нормы прочности; основные идеи и методы расчетов, обеспечивающие построение современной и перспективных систем нормативно-технической документации в области расчетов на прочность; методологию создания моделей,</p>

стандартов
качества,
обеспечивать их
внедрение на
производстве

описывающих функционирование
механических систем, их составных частей,
узлов и агрегатов; руководящую,
методическую и нормативную техническую
документацию.

Умеет: готовить сообщения, презентации,
доклады, рефераты, статьи, отчеты; готовить
сообщения, презентации, доклады, рефераты,
статьи, отчеты; готовить сообщения,
презентации, доклады, рефераты, статьи,
отчеты; готовить сообщения, презентации,
доклады, рефераты, статьи, отчеты; определять
список требований, которые должны быть
регламентированы разрабатываемым
стандартом; анализировать соответствие
требованиям нормативных документов; читать
и анализировать проектную и рабочую
конструкторскую документацию для
определения состава и устройства изделия с
получением необходимых данных для его
разработки и изготовления.

Имеет практический опыт: поиска и анализа
нормативных документов, регламентирующих
различные аспекты профессиональной
деятельности; оформления отчета о НИР в
соответствии с нормативными документами;
поиска и анализа нормативных документов,
регламентирующих различные аспекты
профессиональной деятельности; оформления
отчета о НИР в соответствии с нормативными
документами; поиска и анализа нормативных
документов, регламентирующих различные
аспекты профессиональной деятельности;
оформления отчета о НИР в соответствии с
нормативными документами; поиска и анализа
нормативных документов, регламентирующих
различные аспекты профессиональной
деятельности; оформления отчета о НИР в
соответствии с нормативными документами;
подготовки простейших нормативных
документов: программ-методик испытаний,
расчетов и т.п.; разработки технических
предложений по созданию составных частей
изделий, комплексов и систем, в том числе на
основе цифрового моделирования.

<p>ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</p>	<p>применяет программно-технические средства выполнения прочностных расчетов, аналитические и численные методы; оценивает эффективность и результативность современных аналитических и численных методов при создании математических моделей элементов конструкций; разрабатывает простейшие математические модели машин и оборудования</p>	<p>Знает: основные понятия и положения реологии, методы математического и компьютерного построения реологических моделей материала и конструкции, классические теории (модели) пластичности и ползучести, а также особенности их реализации в математических пакетах прикладных программ; особенности структуры и свойств композитных материалов по сравнению с традиционными конструкционными материалами; современные методы математического моделирования в области использования композитных материалов и конструкций на микро-, мезо- и макроуровне рассмотрения неоднородностей структуры и свойств; основные численные методы, применяемые в расчётах МКЭ элементов конструкций машин, приводов, оборудования, механических систем.</p> <p>Умеет: применять теории (модели) пластичности и теории ползучести в практических задачах; составлять матричную модель МКЭ неупругой конструкции; понимать и объяснять феноменологические модели неупругой среды на основе принятых допущений; применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях композитных материалов и конструкций; оценивать эффективность и результативность выбранных методов методов; выполнять численное моделирование моделей деталей машин, приводов, оборудования, механических систем.</p> <p>Имеет практический опыт: составления матричной модели МКЭ неупругой конструкции; использования методов математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях композитных материалов и конструкций; численного моделирования при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, механических систем.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>ОПК-6 Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы</p>	<p>анализирует эффективность, достоверность и полноту информационных ресурсов при поиске актуальной технической информации; сопоставляет и оценивает информацию, полученную из различных источников; эффективно использует информационно-коммуникативные технологии</p>	<p>Знает: современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей; современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей; знает современные информационно-коммуникационные технологии (научные социальные сети, информационные базы данных, средства видеоконференцсвязи); современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей; современные отечественные и зарубежные наукометрические базы данных статей.</p> <p>Умеет: применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; искать научные публикации в библиотеках, базах данных и в сети интернет; составлять библиографическое описание; применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации.</p> <p>Имеет практический опыт: использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-коммуникативных технологий; использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-коммуникативных технологий; составления аналитического обзора литературы по теме выполняемого научного исследования; анализа эффективности, полноты и достоверности информации; использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-коммуникативных технологий; использования библиографических систем хранения статей; подготовки презентации и научного доклада с использованием информационно-коммуникативных технологий.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>ОПК-7 Способен проводить маркетинговые исследования и осуществлять подготовку бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения</p>	<p>выполняет маркетинговые исследования, составляет бизнес-планы выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий</p>	<p>Знает: сущность инновационного предпринимательства и его решающее влияние на развитие производительных сил; базовые экономические понятия, объективные основы функционирования экономики и поведения экономических агентов.</p> <p>Умеет: анализировать основные экономические события в своей стране и за ее пределами, Оценивать экономическое положение хозяйствующего субъекта на рынке и выбирать стратегию и тактику инновационного поведения, позволяющего получить и сохранить конкурентные преимущества.</p> <p>Имеет практический опыт: целостного подхода к анализу проблем общества; расчета показателей общей и коммерческой эффективности инновационных проектов; проведения маркетинговых исследований и осуществления подготовки бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>ОПК-8 Способен осуществлять анализ проектов стандартов, рационализаторских предложений и изобретений в области машиностроения, подготавливать отзывы и заключения по их оценке</p>	<p>выполняет анализ проектов стандартов, рационализаторских предложений и изобретений в области машиностроения, подготавливает отзывы и заключения по их оценке</p>	<p>Знает: современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности; современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности; современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности; уровень современных мировых норм, правил и стандартов в различных отраслях промышленности; современные нормативные документы в области оформления результатов интеллектуальной деятельности.</p> <p>Умеет: выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет; выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет; выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет; собирать информацию о научных и технологических положениях, лежащих в основе анализируемых стандартов; выполнять поиск и анализ патентов и изобретений в сети интернет.</p> <p>Имеет практический опыт: подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение); подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение); подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение); анализа существующих стандартов с точки зрения их соответствия современному уровню науки; подачи заявки на оформление результатов интеллектуальной деятельности (программа для ЭВМ, полезная модель или изобретение).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>ОПК-9 Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций</p>	<p>использует правила и методы написания научно-технических отчетов; представляет результаты исследования в виде научно-технических отчетов публикаций в области машиностроения; работает с научно-технической документацией</p>	<p>Знает: требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций; требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций; требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций; требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций; требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций; требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций; 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: оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций; оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций; оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций; оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций; оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций; структурировать информацию, полученную в ходе аналитического обзора литературы, и оформлять ее в виде презентации.</p> <p>Имеет практический опыт: представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада; представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада; представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада; представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада; представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада; представления в виде доклада, сопровождаемого презентацией, результатов оценки преимуществ, недостатков и сценариев использования передовых производственных технологий на машиностроительном предприятии.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>ОПК-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики</p>	<p>применяет технологии CAD/CAE инженерного анализа; использует аналитические и численные методы; разрабатывает физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики</p>	<p>Знает: современные методы математического моделирования в области динамики и прочности машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей; основные положения и принципы теории пластичности и ползучести; виды и этапы разработки математической модели материала; векторную форму записи тензоров напряжений и деформаций; основные деформационные свойства материалов; общие принципы и методы математического компьютерного моделирования в области композитных материалов и конструкций; современные технологии производства композитных материалов и конструкций; методы испытаний композитов; современные методы математического моделирования в области динамики и прочности машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей; современные методы математического моделирования в области динамики и прочности машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей; современные методы математического моделирования в области динамики и прочности машин и приборов; основные этапы разработки математических моделей.</p> <p>Умеет: создавать физико-механические, математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ; выбирать для решения конкретных инженерных задач реологические модели, привлекая для этого методы математического и компьютерного моделирования, идентифицировать параметры этих моделей; применять физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии в профессиональной деятельности для описания свойств композитных материалов и конструкций; создавать физико-механические, математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ; создавать физико-механические, математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ; создавать физико-механические,</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>математические и компьютерные модели в области прикладной механики и выполнять их критический анализ.</p> <p>Имеет практический опыт: применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований для разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей в области прикладной механики; применения физико-математического аппарата, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований, методов математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности; составления физико-механических математических компьютерных моделей неупругой конструкции; применения физико-математического аппарата, методов математического и компьютерного моделирования для разработки компьютерной модели композитного материала; применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований для разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей в области прикладной механики; применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований для разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей в области прикладной механики; применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований для разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей в области прикладной механики.</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>ОПК-11 Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий</p>	<p>определяет направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий с использованием анализа различных источников информации на родном и иностранном языке</p>	<p>Знает: мировые тенденции развития науки о прочности, техники и технологий; современное состояние и перспективы исследований в области прикладной механики; иностранный язык на уровне чтения и составления текстов профессиональной направленности.</p> <p>Умеет: оценивать актуальность подходов к решению задач прочности; определять направления перспективных исследований в области прикладной механики; понимать тексты профессионального содержания на иностранном языке; вести коммуникацию профессиональной направленности на иностранном языке; искать, понимать и анализировать тексты на иностранном языке профессионального содержания.</p> <p>Имеет практический опыт: поиска и выбора расчетных технологий, реализующих те или иные подходы к решению задач прочности в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий; чтения технической литературы профессиональной направленности на иностранном языке.</p>
<p>ОПК-12 Способен создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разрабатывать современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с</p>	<p>создает алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации; разрабатывает современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов; способен выполнять расчеты прочности, устойчивости, надежности и долговечности</p>	<p>Знает: современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, используемые в современных конечноэлементных пакетах; современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, используемые в современных конечноэлементных пакетах; основные программные средства для разработки моделей машинного обучения; необходимые методы и средства для решения профессиональных задач на компьютере; программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов; физико-математические и вычислительные методы, метод конечных элементов; современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, используемые в современных конечноэлементных пакетах; современные языки программирования (Fortran, C++, Matlab, Python), скриптовые языки, используемые в современных конечноэлементных пакетах; необходимые</p>

учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации

методы и средства для решения профессиональных задач на компьютере; методы машинного обучения в задачах анализа данных и особенности их применения.

Умеет: разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab); разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab); разрабатывать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении; применять современные методы компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях прочности, устойчивости, надежности и долговечности; разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab); разрабатывать алгоритмы обработки и создавать программы обработки экспериментальных данных в современных системах компьютерной математики (Mathcad, Matlab); создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении.

Имеет практический опыт: оставления программ на языке APDL для пакета прикладных программ Ansys; составления программ на языке APDL для пакета прикладных программ Ansys; создания программного обеспечения для разработки систем с ИИ; применения методов решения задач расчета на прочность при упругом деформировании, методов решения задач неупругого деформирования и контактного взаимодействия; оставления программ на языке APDL для пакета прикладных программ Ansys; оставления программ на языке APDL для пакета прикладных программ Ansys; использования современных информационных технологий и специализированного программного обеспечения для обработки и

- 1) Реологические свойства материалов при циклическом деформировании
- 2) Реологические свойства материалов при циклическом деформировании
- 3) Теория надежности
- 4) Теория надежности

Формируемые компетенции (код и наименование компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Профессиональный стандарт и трудовые функции	Результаты обучения (знания, умения, практический опыт)
<p>ПК-1 Способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, а также экспериментальные методы исследований</p>	<p>выявляет сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; для решения профессиональных задач использует физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, а также экспериментальные методы исследований</p>	<p>25.039 Инженер-конструктор по динамике и прочности изделий в ракетно-космической промышленности С/01.7 Проведение расчетной проверки прочности изделий РКТ и сопровождение на всех этапах жизненного цикла</p>	<p>Знает: основные эффекты, методы и испытательное оборудование для их экспериментального изучения, а также существующие математические модели реологии, применимые в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре[1]; методы технической диагностики, особенности оценки технического состояния диагностируемых систем, алгоритмы и техническое обеспечение систем диагностики; основные эффекты, методы и испытательное оборудование для их экспериментального изучения, а также существующие математические модели теории пластичности и ползучести, применимые в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре; вычислительные методы и компьютерные технологии для решения научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; основной набор расчетно-теоретических и экспериментальных методов исследования задач прочности конструкций; современные теории, физико-математические и вычислительные методы; о программных продуктах, методах и алгоритмах</p>

компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; основные расчетные и экспериментальные методы исследования динамики машин

Умеет: проводить экспериментальные исследования и применять математические модели деформирования склерономного и реономного материала для анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре; оценивать эффективность автоматизированных систем технической диагностики в общей структуре АСУ ТП; проводить экспериментальные исследования и применять математические модели деформирования неупругого материала для анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре; уметь выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; выбирать методы и средства компьютерного моделирования с учетом основных особенностей рассматриваемой задачи; самостоятельно осваивать и применять современные

теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и инжиниринга; использовать методы компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; получать расчетным путем перемещения, скорости и ускорения изделия при гармонических, случайных и ударных нагрузках

Имеет практический опыт: проведения экспериментальных исследований и расчетов, а также навыки использования пакетов прикладных программ для оценки напряженно-деформированного состояния элементов конструкций с учетом реологических свойств материала при монотонном и циклическом нагружении; использования современных средств измерений, программных продуктов, предназначенных для обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга; проведения экспериментальных исследований и расчетов, а также навыки использования пакетов прикладных программ для оценки напряженно-деформированного состояния элементов конструкций с учетом ползучести при монотонном и циклическом нагружении; применения вычислительных технологий в задачах описания повторно-переменного неизотермического неупругого

			деформирования и разрушения конструкций; работы с новыми системами компьютерной математики и системами компьютерного проектирования и инжиниринга для эффективного решения профессиональных задач; использования интерфейса пакета программ Ansys Workbench для компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; владения конечноэлементным пакетом Ansys Workbench для расчета гармонических, ударных и случайных колебаний механических систем
ПК-2 Готовность овладеть новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике, прочности и надежности машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов	применяет основные методы планирования и проведения экспериментальных исследований, включая статистическую обработку их результатов; оформляет и представляет результаты исследований в соответствии с требованиями нормоконтроля и ГОСТ; изучает и осваивает новые современные методы экспериментального исследования; обобщает и анализирует результаты исследования	25.039 Инженер-конструктор по динамике и прочности изделий в ракетно-космической промышленности D/01.7 Разработка и оформление конструкторской документации для подготовки и проведения динамических и прочностных испытаний изделий РКТ D/02.7 Сопровождение процесса подготовки и проведения динамических и прочностных испытаний изделий РКТ	Знает: критерии подтверждения (проверки) адекватности создаваемой модальной математической модели; современные автоматизированные системы технической диагностики объектов; виды и способы создания математических моделей материалов и конструкций; современные конечноэлементные методы расчета динамики роторов; требования, предъявляемые к оформлению научно-технических отчетов и публикаций Умеет: создавать математическую модель динамической системы, верифицированную результатами модальных испытаний; пользоваться методами и средствами технической диагностики для проведения научно-исследовательских, расчетных и экспериментальных работ по

			<p>динамике, прочности и надежности машин и приборов; разрабатывать математические модели для систем, объектов, процессов и физических явлений; получать экспериментальным путем перемещения, скорости и ускорения изделия при гармонических, случайных и ударных нагрузках; оформлять результаты выполненных научных исследований в виде научно-технических отчетов и публикаций</p> <p>Имеет практический опыт: методами корректировки (уточнения) расчетной модальной математической модели по экспериментальным данным; использования новых современных методов и средств проведения диагностики объектов в области прикладной механики и обобщать результаты мониторинга; реализации математических моделей на ЭВМ; владения современной аппаратурой и программным обеспечением для проведения модальных и вибропрочностных испытаний; представления результатов НИР в виде отчета, презентации и научного доклада</p>
ПК-3 Способен для решения профессиональных задач осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, а также новые	осваивает и применяет в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и вычислительные методы, а также новые системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы)	32.004 Специалист по прочностным расчетам авиационных конструкций С/01.6 Расчет соединений элементов авиационных конструкций, узлов и агрегатов ЛА на статическую прочность С/04.6 Расчет соединений элементов авиационных конструкций, узлов и	Знает: современные подходы, в том числе, математические модели, к анализу напряженно-деформированного состояния реономных материалов в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре[2]; современные подходы, в том числе, математические модели, к анализу напряженно-деформированного состояния

<p>системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE- системы)</p>	<p>агрегатов ЛА, связанный с быстропротекающими процессами С/05.6 Расчет соединений элементов авиационных конструкций, узлов и агрегатов ЛА на усталостную прочность С/06.6 Расчет эксплуатационной живучести узлов и агрегатов ЛА С/10.6 Проведение расчетов композиционных материалов и микромеханики С/11.6 Проведение расчетов по оптимизации узлов и агрегатов ЛА</p>	<p>конструкционных материалов за пределами упругости с учетом вязкой составляющей в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре; особенности поведения высоконагруженных конструкций при циклическом неупругом нагружении; экспериментальные данные о поведении материалов в соответствующих условиях; способы описания этих экспериментальных данных; современные подходы, в том числе, математические модели, к определению предельных состояний элементов конструкций, возникающие при однократном, повторно- переменном и длительном (при повышенной температуре) нагружении; возможности современных систем компьютерного инжиниринга (CAE); основную терминологию курса (инжиниринг, проектирование, прототипирование, промышленный дизайн, 3D печать, аддитивное производство, цифровое производство т.п.); программное обеспечение для 3D моделирования; технические средства современного цифрового производства; основные методы и подходы в компьютерном моделировании разрушения; возможности пакета программ Ansys Workbench компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа Умеет: применять в профессиональной</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

деятельности современные теории, физико-математические и численные методы исследования закономерностей деформирования реономных материалов; применять в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и численные методы исследования закономерностей деформирования металлических конструкционных материалов, элементов конструкций в условиях монотонного и циклического нагружения; оценивать возможные типы деформирования конструкций и выбирать соответствующие экспериментальные данные о поведении материалов; применять в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и численные методы исследования закономерностей реализации предельных состояний изделий в условиях однократного, повторно-переменного и длительного нагружения; применять CAE-системы для решения профессиональных задач; планировать реализацию проекта с использованием современных средств цифрового моделирования и производства; осваивать новые методы численного моделирования разрушения; осваивать и применять в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и вычислительные методы компьютерного инжиниринга
Имеет практический опыт: использования пакетов

прикладных программ, а также новых систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга для оценки прочности и жесткости элементов конструкций; использования пакетов прикладных программ, а также новых систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга для оценки прочности и жесткости элементов конструкций; выполнения интерпретации и представления полученных результатов; определения запасов прочности конструкций при повторно-переменном неупругом деформировании (по различным предельным состояниям); расчетов и навыки использования пакетов прикладных программ, включая академические пакеты МКЭ,, а также новых систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга для оценки прочности элементов конструкций. Обладать навыками анализа, интерпретации, представления и применения полученных результатов; расчетов напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций с помощью современных пакетов программ; техническими средствами современного цифрового производства (3D принтер, 3D сканер, лазерный резак); работы с современными системами компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для моделирования разрушения; построения вычислительных

			моделей взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа
ПК-4 Способен выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня)	проводит научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства; решает сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня)	40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам С/01.6 Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам	Знает: основы теории вероятности и математической статистики, марковские процессы; методы моделирования состояния сложных технических систем, требующих учета статистических данных[3]; основные расчетные и экспериментальные методы исследования динамических свойств изделий; основные понятия и определения теории надежности; методы моделирования состояния сложных технических систем на основе марковских процессов; типовые и индивидуальные предельные состояния элементов конструкций в различных отраслях промышленности; этапы проектно-конструкторской подготовки производства деталей машин; методологию создания 3D-моделей в программных системах компьютерного проектирования; критерии оптимизации в задачах механики конструкций и машин; методы оптимизации: векторную параметрическую оптимизацию, топологическую оптимизацию (оптимизацию формы конструкций); эффективные аналитические и численные методы решения задачи оптимизации, включая конечно-элементный подход; новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга Умеет: учитывать

статистические данные при моделировании поведения сложных технических систем; определять динамические свойства изделий при виброиспытаниях и экспериментальном модальном анализе; составлять графы, описывающие состояние технической системы; строить расчетные модели, учитывающие особенности поведения конструкций при циклическом нагружении за пределами упругости; использовать современный инструментарий и технические средства цифрового производства (3D принтер, 3D сканер, лазерный резак, программное обеспечение для 3D моделирования и 3D печати); задавать и формулировать целевую функцию, показатели качества; параметры проектирования; основные типы ограничений. осваивать современное ПО для анализа и оптимизации инженерных конструкций; пользоваться основными закономерностями деформирования и разрушения элементов конструкций различного назначения, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, методами математического и компьютерного моделирования в процессе решения типовых задач

Имеет практический опыт: расчетов вероятностей нахождения системы в различных состояниях и получения оценок характеристик надежности системы; современной

			<p>аппаратурой и программным обеспечением для проведения и обработки результатов модальных и вибропрочностных испытаний; расчетов вероятностей нахождения системы в различных состояниях и получения оценок характеристик надежности системы; применения аналитических и/или численных (компьютерных) методов решения рассматриваемых задач; работы с программным обеспечением для 3D моделирования и 3D печати; работы с методами решения задачи оптимизации с использованием эффективных вычислительных алгоритмов; использования аналитического и численного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях</p>
<p>ПК-5 Способен консультировать инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов и других работников промышленных и научно-производственных фирм по современным достижениям прикладной механики, по вопросам внедрения наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем)</p>	<p>вырабатывает рекомендации и консультирует инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов и других работников промышленных и научно-производственных фирм по современным достижениям прикладной механики, а также по вопросам внедрения наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем)</p>	<p>40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам С/01.6 Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам</p>	<p>Знает: классификацию и основные виды испытаний на надежность; методы ускоренных испытаний[4]; классификацию и основные виды испытаний на надежность; методы ускоренных испытаний сложных технических систем; методы оптимизации, реализованные в современных CAD/CAE системах; потребности отделов прочности, конструкторских и технологических отделов промышленных и научно-производственных фирм в части оценки прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций; современные достижения прикладной механики и</p>

систем)

наукоемкие компьютерные технологии; современные методы и средства проведения расчетных исследований по динамике и прочности машин и приборов; основные современные подходы к прогнозированию долговечности и оценке надёжности конструкций с дефектами; ключевые этапы создания компьютерной модели различных процессов; основы компьютерного моделирования процессов с использованием специализированных компьютерных программ

Умеет: определять характеристики надёжности по результатам испытаний партии изделий; определять характеристики надёжности по результатам испытаний партии изделий; вырабатывать рекомендации по повышению надёжности технических систем; использовать в инженерной практике технологии оптимизации, реализованные в современных CAD/CAE системах; адаптировать современные достижения прикладной механики и наукоемкие компьютерные технологии к конкретным потребностям промышленных и научно-производственных предприятий; применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; изучать и применять математический аппарат в вычислительной механике разрушения; правильно организовать процесс компьютерного моделирования; компьютерные

программы, средства создания и визуализации результатов компьютерного моделирования; создавать компьютерную модель различных процессов с использованием программной среды Ansys Workbench

Имеет практический опыт: получения усталостных характеристик материалов по результатам ускоренных испытаний; получения усталостных характеристик материалов по результатам ускоренных испытаний; с технологиями и алгоритмами, используемыми на этапе оптимизации проектируемого изделия; обучения и консультирования персонала, а также внедрения современных достижений прикладной механики и наукоемких компьютерных технологий в конкретных организациях; использования основных закономерностей деформирования и разрушения элементов конструкций различного назначения, навыками применения теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований, а также методов математического и компьютерного моделирования в процессе решения типовых задач; работы с современными общими инженерными САЕ и специализированными программными средствами, реализующими численные методы механики разрушения; компьютерного моделирования процессов с помощью специализированных компьютерных программ; навыки анализа и описания результатов компьютерного

			моделирования; базовые знания проектирования в различных областях компьютерного моделирования; умеет грамотно оформлять и представлять результаты создания компьютерной модели
--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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	ОПК-9	ОПК-10	ОПК-11	ОПК-12	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5	
Нормы прочности								+		+				+										
Управление жизненным циклом изделия		+							+						+									
Теории пластичности и ползучести											+					+								
Технологии аналитической обработки информации	+																		+		+			
Машинное обучение и технологии анализа данных	+																		+					
Инновации в предпринимательской деятельности			+											+										
Механика композитных материалов				+							+					+			+					
Философия технических наук	+				+																			

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.