

Институт	Естественных наук и математики
Направление (код, наименование)	01.04.03 Механика и математическое моделирование
Образовательная программа (Магистерская программа)	Современные проблемы механики
Описание образовательной программы	<p>Общая характеристика образовательной программы разработана на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), описывает общие требования к результатам освоения программы, соответствующим характеристике будущей профессиональной деятельности выпускника, а также модульную структуру и условия реализации образовательной программы.</p> <p>Образовательная программа согласована с работодателями – социальными партнерами:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Институт машиноведения УрО РАН; • Институт математики и механики УрО РАН; • ФГУП НПО «Автоматики» им. академика Н.А. Семихатова; • ОКБ «Новатор». <p>Форма обучения и срок освоения образовательной программы: 2 года. Объем образовательной программы 120 зачетных единиц. Выпускники в соответствии с квалификацией «магистр» смогут осуществлять профессиональную деятельность в области:</p> <ul style="list-style-type: none"> • научно-исследовательскую и научно-изыскательскую деятельность в областях, использующих математические методы и компьютерные технологии; • решение различных задач с использованием математических моделей процессов и объектов; • разработку эффективных методов решения задач естествознания, техники, экономики и управления; • программно-информационное обеспечение научной, исследовательской, проектно-конструкторской и эксплуатационно-управленческой деятельности; • преподавание цикла физико-математических дисциплин (в том числе информатики).

№п/п	Наименование модуля	Аннотация модуля
	Базовая часть	
1.	Модуль «Иностранный язык»	Модуль «Иностранный язык» входит в базовую часть образовательной программы, реализуемую в течение первого курса обучения (1-2 семестр). Содержание модуля предполагает повышение исходного уровня развития коммуникативных компетенций студентов на родном и иностранном языке для успешного решения задач социально-бытового, научного и академического общения в профессиональной сфере с учетом социальных, культурных и этнических различий, а также для дальнейшего самообразования на любом уровне владения языком по Общеввропейской шкале оценивания (CEFR).
2.	Модуль «История и философия механики»	Модуль входит в базовую часть образовательной программы, состоит из дисциплин «Философия и методология научного знания» и «История и методология механики». Первая из них знакомит студентов с историей, философией, современной проблематикой науки посредством изложения основных методологических проблем, этапов развития и становления науки. Дисциплина не только раскрывает общекультурное значение науки, но и предлагает интеллектуальное применение для дальнейшей профессиональной деятельности. Освоение курса предполагает самостоятельную работу с рядом задач по овладению полученными результатами. Вторая дисциплина является частью общетеоретической подготовки студентов механико-математического факультета по направлению «Механика и математическое моделирование». Курс имеет большое значение для правильной оценки выдвигавшихся теорий, их масштабов, для глубокого понимания содержания механики, ее перспектив и путей развития. Дисциплина содержит только лекционные занятия, длится один семестр, изучение заканчивается зачетом.
3.	Модуль «Аналитическая механика»	Изучение фундаментальных понятий и результатов аналитической динамики необходимы специалисту механику и составляют основу общей части кандидатского экзамена по теоретической механике. Основная задача курса - помочь студенту овладеть математическими методами исследования при изучении явлений механического движения. Переход от реальных процессов механического движения к созданию адекватных моделей с использованием теории канонических уравнений Гамильтона, теории интегральных инвариантов, оптико-механической аналогии и общих методов решения различных уравнений построенных моделей, есть важная сторона научного исследования по механике.
4.	Модуль «Естествознание»	В курсе рассматриваются исторические аспекты развития современного естествознания (естествознание в античный и средневековый период), фундаментальные законы живой и неживой природы, их взаимная связь. Курс включает в себя разделы физики, как наиболее фундаментальной из естественных наук (классическая и релятивистская механика; основы молекулярной статистической и квантовой теории; основы атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц; современные космологические представления), а также современные представления и происхождении и эволюции жизни на Земле. Особое внимание уделяется

		демонстрации математических методов описания явлений живой и неживой природы.
	Вариативная часть	
5.	Модуль «Современные проблемы механики»	Модуль «Современные проблемы механики» принадлежит одноименной образовательной программе, входит в вариативную часть ВУЗа, содержит четыре дисциплины: механика систем связанных твердых тел, неклассические методы теории упругости, некоторые вопросы теории устойчивости, численные методы в механике. Математическое моделирование сложных систем связанных твердых тел предполагает решение проблемы описания пространственных движений и активное применение возможностей компьютерного моделирования. При решении первой проблемы можно использовать кватернионы и уравнения движения в квазикоординатах. При компьютерном выводе уравнений движения сложных систем связанных твердых тел используется теория графов. Излагаются современные подходы к изучению напряженно-деформированного состояния конструкций, которое определяет прочность и живучесть сооружений. Живучесть механической системы тесно связана с ее устойчивостью. В данном модуле излагаются основные положения первого метода Ляпунова. Современное исследование механических систем не возможно без использования численных методов. Излагаются основные численные методы решения задач механики сплошных сред: метод сеток, метод конечных элементов и метод граничных элементов.
6.	Модуль «Дифференциальные уравнения»	Изложение классических результатов качественной теории дифференциальных уравнений соединяется с изучением методов теории бифуркаций и теории нормальных форм. При изучении курса требуются знания следующих дисциплин: математического анализа, линейной алгебры, дифференциальной геометрии, общего курса обыкновенных дифференциальных уравнений, теории устойчивости движений, теории нелинейных колебаний. Знание теории дифференциальных уравнений необходимо для глубокого понимания следующих дисциплин: теоретической механики, механики сплошных сред, теории устойчивости движений, теории нелинейных колебаний, теории управления теории автоматического регулирования, теории дифференциальных уравнений с последствием.
7.	Модуль «Компьютерный практикум»	Модуль «Компьютерный практикум» относится к вариативной части образовательной программы по выбору студента. Он практически закрепляет навыки использования одного из наиболее продвинутых инструментов компьютерной помощи математику-исследователю. Дается углубленное, по сравнению со стандартными курсами, изложение материала. Практические задания адаптируются под конкретные исследования магистрантов. Попутно, слушатели знакомятся с системой подготовки текстов для публикации в физико-математических изданиях. Модуль не требует специальной подготовки, но полезными могут оказаться курсы по программированию и системам аналитических вычислений.
	По выбору студента	

8.	Модуль «Статистические методы анализа многомерных величин»	Модуль содержит курсы по анализу данных и статистике, рассчитанных на прикладных специалистов высшей квалификации. Приведены общая методология использования математического инструментария и математических моделей в экономике и других прикладных областях. Излагаются сведения, необходимые на практике для анализа данных на наглядных примерах (экономика, статистика, теория вероятностей), рассматриваются основные постановки задач, а затем эти же примеры решаются с применением популярных статистических пакетов SPSS, Statistica и др.
9.	Модуль «Строительная механика»	Строительная механика — наука о принципах и методах расчета строительных и архитектурных сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при статических и динамических воздействиях. Изучение основных методов расчета стержневых систем включает в себя определение внутренних усилий (N , Q , M) в элементах конструкций, под действием статических сил и подвижных нагрузок, а также определение перемещения различных точек системы, приобретение некоторых навыков проектирования сооружений. При создании методов расчета в строительной механике широко используются современные методы расчета стержневых систем на ЭВМ, и вариационного разностного метода теории упругости в строительной механике появился метод, который получил название метода конечных элементов (МКЭ). Основы МКЭ стержневых систем включены в программу курса. Кроме того, студентам для самостоятельных расчетов предлагается статически неопределимая рама, расчет которой они могут выполнить одним из методов на свое усмотрение. Модуль содержит только практические занятия, длится один семестр, изучение заканчивается зачетом.
10.	Модуль «Математический анализ»	Модуль М.1.10 состоит из дисциплины «Математический анализ», которая (вместе с дисциплиной модуля М.1.18 «Функциональный анализ») продолжает формировать необходимые знания и навыки в важных разделах непрерывной математики, которые не вошли в базовые курсы бакалавриата и магистратуры, но поддерживают ряд дисциплин для направления «Механика и математическое моделирование» и имеют разнообразные приложения.
11.	Модуль «Вероятность и статистика»	В модуль входит одна дисциплина: «Вероятность и статистика». Модуль углубляет и развивает знания, полученные студентами при освоении дисциплин бакалавриата, посвященных математической теории вероятностей и математической статистике. Он предназначен для приобретения студентами знаний, умений и навыков, позволяющих корректно выполнять статистические исследования, оценивать вероятности случайных событий и статистические характеристики случайных процессов, что совершенно необходимо во многих областях практической деятельности. Модуль может служить фундаментом для ряда высокоспециализированных дисциплин из области теории вероятностей и статистики.
12.	Модуль «Геометрия»	Модуль включен в вариативную часть (по выбору студента) образовательной программы магистратуры Современные проблемы механики и состоит из дисциплины «Геометрия». Содержание модуля включает изложение фундаментальных разделов современной дифференциальной геометрии. Ее целью является овладение студентом классическим математическим аппаратом дифференциальной геометрии для дальнейшего использования в

		приложениях. Дисциплина «Геометрия» необходима для понимания большинства разделов теоретической механики.
13.	Модуль «Устойчивость деформирования тел из разупрочняющегося материала»	Теория разупрочняющегося тела – наука о принципах и методах расчета конструкций и их элементов на устойчивость (в смысле устойчивости процесса деформирования) и живучесть при статических (квазистатических) нагрузках. Методы механики разупрочняющегося тела еще не вошли в нормы и правила расчета конструкций. Это новая и передовая область в механике деформируемого твердого тела. Целью данного курса является ознакомить учащихся с передовыми методами построения определяющих соотношений с особенностями, вызванными разупрочнением материала, и с методиками решения краевых задач механики деформируемого тела с такими определяющими соотношениями. Показана взаимосвязь между общематематическими методами решения нелинейных задач с методами решения задач для разупрочняющихся тел. Таким образом, показывается возможность использования и, казалось бы, абстрактных методов математики для решения нового класса задач механики деформируемого твердого тела. В этом случае устанавливается связь между математическими дисциплинами, читаемыми в институте математики и компьютерных наук УрФУ, и содержанием и методами механики деформируемого твердого тела как одной из дисциплин цикла математико-механического образования. Кроме идейной стороны подхода к проблеме разупрочняющегося тела, учащийся приобретает навыки и знания применения современного математического аппарата для решения нестандартных задач механики.
14.	Модуль «Устойчивость и колебания систем с последействием»	Движение, эволюция многих объектов в природе, технике, экономике, биологии и других областях знания зависит от предыстории данных объектов. Математическими моделями подобных систем являются, в частности, дифференциальные уравнения с последействием. На математико-механическом факультете Уральского государственного университета им. А. М. Горького трудами Н. Н. Красовского, С. Н. Шиманова и другими учеными - математиками и механиками в пятидесятые, шестидесятые годы были предложены адекватные подходы к изучению свойств подобных систем и получены фундаментальные результаты. В основе построения данной дисциплины лежат работы С. Н. Шиманова по расщеплению производящего оператора полугруппы линейных преобразований и приложению результатов к исследованию устойчивости и стабилизации нелинейных систем с последействием в работах Ю. С. Осипова. В разделе дисциплины, посвященном колебаниям, излагаются методы отыскания периодических решений квазилинейных дифференциально-разностных уравнений. Рассматриваются неавтономные и автономные системы как с аналитической зависимостью от малого параметра, так и в отсутствие аналитической зависимости от параметра. Излагаются резонансные и нерезонансные случаи построения периодических решений. Изложение строится на основе работ С. Н. Шиманова. В результате изучения данной дисциплины у слушателей должны сформироваться принципы неформального обобщения известных подходов к решению новых задач.
15.	Модуль «Обратные задачи	В модуль входит одна дисциплина: «Обратные задачи механики». Задачи математического моделирования можно разбить на две группы: прямые задачи и обратные задачи. В общем случае можно считать, что для прямых задач известны причины и требуется найти следствия. В

	механики»	случае обратных задач известны следствия и требуется найти причины, определить факторы, дающие наблюдаемое состояние системы. Как правило, обратные задачи являются «некорректными» (в частности, допускают множество различных решений), и решать их бывает сложнее, чем задачи прямые. К обратным задачам механики такого рода можно отнести, например, обратную кинематику, имеющую прикладное значение для робототехники и компьютерной анимации.
16.	Модуль «Гидродинамическая устойчивость»	Модуль относится к вариативной части по выбору студента. В курсе рассматриваются математические модели, описывающие течения идеальной и вязкой жидкостей. При изложении основных разделов курса используются методы и результаты курсов: теоретическая механика, механика сплошных сред, гидромеханика, математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, теория устойчивости движений. Излагаются основные результаты теории гидродинамической устойчивости идеальных и вязких жидкостей: теорема Рэлея, теорема Арнольда, энергетический метод, уравнение Орра-Зоммерфельда, теорема Юдовича. Изложенные результаты применяются для исследования устойчивости конкретных течений идеальной и вязкой жидкостей.
17.	Модуль «Качественная теория систем разностных уравнений»	Модуль «Качественная теория систем разностных уравнений» знакомит студентов с основными методами решения разностных уравнений и методами исследования устойчивости их решений. Разностные уравнения являются удобной математической моделью для описания импульсных систем, дискретных динамических систем, а также систем, в состав которых входят цифровые вычислительные устройства. Такое обилие приложений разностных уравнений повысило интерес к изучению теории разностных уравнений. При освоении модуля студенты овладевают методами качественного исследования поведения решений разностных уравнений. При этом у студентов формируются знания и навыки, необходимые для специалистов по математическому моделированию, требуемые ФГОС ВО по направлению «Механика и математическое моделирование». В дальнейшем знания модуля могут быть использованы при численном решении дифференциальных уравнений, в теории устойчивости движения и многих других важных для практики областях.
18.	Модуль «Функциональный анализ»	Модуль М.1.18 состоит из дисциплины «Функциональный анализ», которая (вместе с дисциплиной модуля М.1.10 «Математический анализ») продолжает формировать необходимые знания и навыки в важных разделах непрерывной математики, которые не вошли в базовые курсы бакалавриата и магистратуры, но поддерживают ряд дисциплин для направления «Механика и математическое моделирование» и имеют разнообразные приложения. Эти модули закладывают фундамент математического мышления, прививают навык строгого математического рассуждения.
19.	Модуль «Теория игровых задач»	Курс «Теория игровых задач» ставит целью изучение слушателями игровых математических моделей в статическом и динамическом вариантах, методов и алгоритмов решения игровых задач, а также знакомство с приложениями моделей и методов в различных областях человеческой деятельности при наличии конфликта. В процессе освоения модуля студенты также получают возможность ознакомиться с основными понятиями и методами статической и

		<p>динамической теории игровых задач, отработка на занятиях методов и приемов на примерах с конкретным содержанием. Курс базируется на информации, полученной студентами из курсов «Устойчивость и управление механическим движением», «Методы оптимизации», а также из основных математических курсов. Полученная информация используется в дальнейшем при выполнении магистерских диссертаций.</p>
	<p>Практики, в том числе научно-исследовательская работа</p>	
<p>20.</p>	<p>Практики</p>	<p>Практическая деятельность является обязательным разделом ООП магистратуры. Она представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.</p> <p>Успешное прохождение практик базируется на результатах изучения модулей: «Аналитическая механика», «Современные проблемы механики», «Компьютерный практикум», «Дифференциальные уравнения», «Естествознание», «Вероятность и статистика», «Устойчивость деформируемых тел из разнотипного материала», «Гидродинамическая устойчивость», «Теория игровых задач», «Статистические методы анализа многомерных величин», «Устойчивость и колебания систем с последствием», «Обратные задачи механики», «Качественная теория систем разностных уравнений».</p> <p>Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР) относятся к вариативной части ВУЗа.</p> <p>Учебная практика для магистрантов направления 01.04.03 – «Механика и математическое моделирование» проводится в 1, 2 и 3 семестрах. Практика выполняется в Институте математики и механики УрО РАН, Институте машиноведения УрО РАН и на кафедре механики и математического моделирования Института естественных наук и математики. Цель практики – получение первичных профессиональных навыков и умений. В том числе и навыков преподавательской деятельности.</p> <p>Производственная практика для студентов направления 01.04.03 – «Механика и математическое моделирование» проводится во втором семестре, когда пройден ряд предметов, посвященных механике, математическому моделированию и технологиям программирования. Производственная практика направлена на получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. В течение практики магистры создают программные продукты по моделированию различных процессов либо информационные продукты.</p> <p>Научно-исследовательская работа для магистрантов направления 01.04.03 – «Механика и математическое моделирование» проводится в течение 1, 2 и 3 семестра и длится 12 недель. Основная цель научно-исследовательской работы – подготовить магистранта, к самостоятельной научно-исследовательской работе, основным результатом которой является написание и успешная защита магистерской диссертации, а также сформировать навыки проведения научных исследований в составе творческого коллектива.</p> <p>Преддипломная практика проводится в четвертом семестре после завершения всех дисциплин подготовки. Эта практика нацелена на выполнение выпускной квалификационной работы. Проводится в 4 семестре и длится 15 недель. По всем видам практики предусматривается защита отчёта о выполнении индивидуального задания студента.</p>

	Государственная итоговая аттестация	
21.	Государственная итоговая аттестация	<p>Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовленности обучающегося, осваивающего образовательную программу магистратуры выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (требованиям образовательного стандарта, разрабатываемого и утверждаемого университетом самостоятельно) и ОП по направлению подготовки высшего образования, разработанной на основе образовательного стандарта.</p> <p>Структура государственной итоговой аттестации:</p> <ul style="list-style-type: none"> - государственный экзамен (итоговый междисциплинарный экзамен); - защита выпускной квалификационной работы в форме магистерской диссертации.
	Факультативы	
22.	«Неклассические логики»	<p>Модуль состоит из одной дисциплины: «Неклассические логики». Цель курса – дать представление об особенностях и многообразии систем неклассических логик, так или иначе отказывающихся (или ослабляющих) от некоторых законов и принципов классической логики. Анализируются причины деуниверсализации классической логики, подробно рассматриваются семантические основания языков пропозициональных неклассических логик. Курс вводит магистрантов в сферу самых современных научных исследований рационального познания, необходимых специалисту, строящему свою карьеру в науке и различных областях ее приложения. В числе тем: общая характеристика неклассических логик; многообразие неклассических логик; многозначная логика; модальная логика; семантика возможных миров; логика времени; динамическая логика; интуиционистская логика; паранепротиворечивая логика; релевантная логика.</p>

Руководитель ОП

Ю.Ф. Долгий