

ФЕДЕРАЛЬНОЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО УГСН
01.00.00 «Математика и механика»

Примерная основная образовательная программа

Направление подготовки
01.03.03 Механика и математическое моделирование

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Зарегистрировано в государственном реестре ПООП под номером _____

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1. Назначение примерной основной образовательной программы
- 1.2. Нормативные документы
- 1.3. Перечень сокращений

Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

- 2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников
- 2.2. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС
- 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ)

- 3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках направления подготовки (специальности)
- 3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ
- 3.3. Объем программы
- 3.4. Формы обучения
- 3.5. Срок получения образования

Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками обязательной части
 - 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
 - 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
- 4.2. Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП

- 5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы
- 5.2. Рекомендуемые типы практики
- 5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график
- 5.4. Примерные программы дисциплин (модулей) и практик

5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) или практике

5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации

Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП

6.1. Рекомендации по разработке ОПОП в части кадровых условий

6.2. Рекомендации по разработке раздела «Учебно-методическое обеспечение образовательной программы»

6.3. Рекомендации по разработке раздела «Материально-техническое обеспечение образовательной программы»

6.4. Рекомендации по разработке раздела «Примерные расчеты нормативных затрат оказания государственных услуг по реализации образовательной программы»

Раздел 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ ПООП

Приложение 1

Приложение 2

Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение примерной основной образовательной программы

Примерная основная образовательная программа бакалавриата является комплексным методическим документом, регламентирующим разработку и реализацию основных образовательных программ на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование. В соответствии с ФЗ № 273 от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации» данная примерная основная образовательная программа отражает компетентностно-квалификационную характеристику выпускника, содержание и организацию образовательного процесса и итоговой государственной аттестации выпускников. Она регламентирует цели, ожидаемые результаты обучения, содержание и структуру основной профессиональной образовательной программы, условия и технологии реализации образовательного процесса, содержит рекомендации по разработке фонда оценочных средств, включает учебный план, примерные рабочие программы дисциплин, практик, государственной итоговой аттестации.

Примерная программа, прошедшая в установленном порядке экспертизу и одобренная ФУМО по УГСН, размещается в Реестре ПООП, являющемся государственным информационным ресурсом. Согласно законодательной норме ПООП должна быть учтена при разработке образовательных программ организациями, реализующими общие профессиональные образовательные программы (ОПОП) на основе Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

1.2. Нормативные документы.

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ, утверждённый приказом Минобрнауки РФ от 28 мая 2014 года № 594;

- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки *01.03.03 Механика и математическое моделирование* и уровню высшего образования *бакалавриат*, утверждённый приказом Минобрнауки РФ от 10.01.2018 № 10, с изменениями и дополнениями от 26.11.2020 и 08.02.2021 (далее – ФГОС ВО);
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам магистратуры, программам специалитета, утвержденный приказом Минобрнауки РФ от 13 декабря 2013 года №1367 (далее – Порядок организации образовательной деятельности);
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки РФ от 29 июня 2015 г. № 636;
- Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденное приказом Минобрнауки РФ от 27 ноября 2015 г. № 1383.

1.3. Перечень сокращений, используемых в тексте ПООП

ПООП – примерная основная образовательная программа;

ОПОП – основная профессиональная образовательная программа;

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

УК – универсальные компетенции;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПД – профессиональная деятельность;

ПК – профессиональные компетенции;

ПС – профессиональный стандарт;

ОТФ – обобщенная трудовая функция;

ТФ – трудовая функция;

ТД — трудовые действия;

ОС — оценочные средства;

СПО — среднее профессиональное образование;

ДПП — дополнительные профессиональные программы;

ГИА – государственная итоговая аттестация.

Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников

Профессиональная деятельность выпускников направлена на решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области математики и механики, а также на использование навыков физического и математического моделирования при анализе научных и производственных, в том числе междисциплинарных, задач, выборе способа их решения и его реализации.

Области профессиональной деятельности¹ и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата, могут осуществлять профессиональную деятельность: 01. Образование и наука (в сфере среднего общего образования, среднего профессионального и дополнительного профессионального образования; в сфере научных исследований), а также 06. Связь, информационные и коммуникационные технологии» (в сфере проектирования, разработки и тестирования программного обеспечения; проектирования, создания и поддержки информационно-коммуникационных систем, создания информационных ресурсов в сети Интернет), 10. Архитектура, проектирование, геодезия, топография и дизайн, 19. Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа, 24. Атомная промышленность, 25. Ракетно-космическая промышленность, 28. Производство машин и оборудования, 29. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования; 30. Судостроение, 31. Автомобилестроение, 32. Авиастроение (в сфере математического моделирования, научных и прикладных исследований для наукоемких высокотехнологичных производств, производственно-технологической деятельности, обеспечения безопасности и функциональности); 40. Сквозные виды профессиональной деятельности (в сфере патентования, разработки технологий и программ, научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок).

¹ В соответствии с приказом Минтруда РФ от 29.09.2014 г. № 667н «О реестре профессиональных стандартов (перечне видов профессиональной деятельности)» (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.11.2014 г., рег. № 34779).

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

Типы задач профессиональной деятельности выпускников: *научно-исследовательские; педагогические; прикладные (производственно-технологические; организационно-управленческие).* Организация самостоятельно определяет набор задач профессиональной деятельности.

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

- *фундаментальные проблемы математики и механики,*
- *эффективные алгоритмы решения прикладных задач,*
- *совокупность математических моделей процессов и явлений в естественных, технических и социально-экономических науках в их системном единстве,*
- *объекты фундаментальной механики: деформируемое твердое тело, жидкость, газ, плазма, оболочки,*
- *нанообъекты,*
- *роботы,*
- *транспортные средства, включая автомобильный, железнодорожный, водный транспорт и летательные аппараты,*
- *космические объекты в виде космических аппаратов, астероидов или комет,*
- *процессы обтекания тел и элементов конструкций потоками жидкости или газа,*
- *вопросы защиты зданий, сооружений и конструкций;*
- *проблемы оптимального управления и безопасного функционирования любых производств или их отдельных частей,*
- *природные явления, процессы в земной коре*
- *и многое другое.*

2.2. Перечень профессиональных стандартов (при наличии), соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, приведен в Приложении 1. Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программ бакалавриата по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, представлен в Приложении 2.

2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам):

Таблица 2.1

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания) (при необходимости)
«01 Образование»	Педагогический	Организация учебной деятельности обучающихся, педагогический контроль и оценка освоения образовательной программы, преподавание и разработка программно-методического обеспечения учебных предметов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и ДПП	Образовательные программы и образовательный процесс в системе среднего общего, профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования
«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии»	производственно-технологический	Разработка, исследование и применение математических моделей различных естественно-научных, информационных и социально-экономических процессов, создание и написание программ. Разработка принципов функционирования информационных систем, методов передачи и защиты информации.	Информационные ресурсы, техническая документация и методическое обеспечение продукции в сфере информационных технологий
«10. Архитектура, проектирование, геодезия, топография и дизайн», «19. Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа», «24. Атомная промышленность», «25. Ракетно-космическая промышленность», «28. Производство»	производственно-технологический	Использование специализированных программных комплексов, методов математического и физического моделирования, экспериментального оборудования при решении производственных, в том числе междисциплинарных задач	Математические модели, научные и прикладные исследования для наукоемких высокотехнологичных производств, производственно-технологической деятельности, обеспечение безопасности и функциональности

машин и оборудования», «29. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования»; «30.Судостроение», «31.Автомобилестроение», «32.Авиастроение» (в сфере математического моделирования, научных и прикладных исследований для наукоемких высокотехнологичных производств, производственно-технологической деятельности, обеспечения безопасности и функциональности)			
Научная и производственная сфера деятельности РАН	научно-исследовательский, организационно-управленческий	Экспериментальные, теоретические и численные исследования физических процессов и явлений методами математики и механики. Участие в организации работы научно-исследовательских семинаров, конференций, симпозиумов, научных школ для молодых ученых, в том числе международных	Эффективные алгоритмы решения прикладных задач, совокупность математических моделей процессов и явлений в естественных, технических и социально-экономических науках в их системном единстве, объекты фундаментальной механики: деформируемое твердое тело, жидкость, газ, плазма, оболочки.

Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ 01.03.03 МЕХАНИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

3.1. Примеры направленностей (профилей) образовательных программ в рамках направления подготовки:

Механика деформируемого твердого тела;

Механика жидкости, газа и плазмы;

Физическая механика сплошных сред;

Теоретическая механика.

Другие профили подготовки бакалавров можно найти на сайтах

МГУ (<http://edu.msu.ru/catalog/department.php?id=1>),

СПбГУ (<http://math.spbu.ru/rus/study/plans.html>),

и др.

Организация вправе самостоятельно устанавливать профили образовательных программ. Организация вправе не устанавливать профили или установить единый «общий» профиль.

3.1. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ:

бакалавр.

3.2. Объем программы 240 зачетных единиц (далее – з.е.).

3.3. Формы обучения: очная, очно-заочная.

3.4. Срок получения образования:

при очной форме обучения 4 года,

при очно-заочной форме обучения, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, срок увеличивается не менее чем на 6 месяцев и не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования по очной форме обучения;

при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья срок может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения.

Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками обязательной части²

Формирование компетенций выпускника, которое осуществляется комплексно, является целью реализации образовательной программы. Часть компетенций формируется путем освоения нескольких элементов образовательной программы (это, как правило, относится к универсальным и общепрофессиональным компетенциям). Часть компетенций формируется в рамках одного, но специально сконструированного элемента образовательной программы – образовательного модуля (это относится, в первую очередь, к профессиональным компетенциям). Часть компетенций, имеющих «сквозной» характер, формируется на протяжении всей образовательной программы при помощи специальных образовательных технологий и видов учебной деятельности. Это относится, в первую очередь, к общекультурным (универсальным) компетенциям, например, компетенции аналитического мышления, способности к самообразованию и т.п.

Планирование процесса формирования требуемых компетенций у обучающегося осуществляется преподавателями с учетом запланированных разработчиками ПООП или ОПОП ожиданий того, что обучающийся будет знать и уметь делать, какими навыками будет владеть, какой опыт деятельности он получит, какие трудовые (учебные) действия он сможет выполнять после успешного освоения отдельных элементов (дисциплин (модулей), практик) образовательной программы.

Результаты обучения определяются разработчиками каждой образовательной программы на основе компетенций выпускника, а также на основе требований, определяемых соответствующими трудовыми функциями.

Результаты обучения должны быть сформулированы на языке, понятном всем участникам образовательного процесса, и быть измеряемыми с помощью средств

² Являются обязательными для учета Организацией при разработке и реализации ОПОП в соответствии с ФГОС ВО

оценивания, доступных в образовательном процессе. Совокупность запланированных результатов обучения по отдельным элементам образовательной программы должна обеспечивать выпускнику возможность достижения всех общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, включенных в набор требуемых результатов освоения образовательной программы.

4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Таблица 4.1

Категория компетенций	Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
Системное и критическое мышление	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ информации и применять системный подход для решения поставленных задач	Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов.
Разработка и реализация проектов	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы. Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности.
Командная работа и лидерство	УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовать свою роль в команде	Знает различные приемы и способы социализации личности и социального взаимодействия. Умеет строить отношения с окружающими людьми, с коллегами. Имеет практический опыт участия в командной работе, в социальных проектах, распределения ролей в условиях командного взаимодействия.
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в	Знает литературную форму государственного языка, основы устной

		устной и письменной формах на государственном и иностранном(ых) языках	и письменной коммуникации на иностранном языке, функциональные стили родного языка, требования к деловой коммуникации. Умеет выражать свои мысли на государственном, родном и иностранном языке в ситуации деловой коммуникации. Имеет практический опыт составления текстов на государственном и родном языках, опыт перевода текстов с иностранного языка на родной, опыт говорения на государственном и иностранном языках.
Межкультурное взаимодействие	УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации. Умеет вести коммуникацию с представителями иных национальностей и конфессий с соблюдением этических и межкультурных норм. Имеет практический опыт анализа философских и исторических фактов, опыт оценки явлений культуры.
Самоорганизация и саморазвитие (в т.ч. здоровьесбережение)	УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования	Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда. Умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития. формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей. Имеет практический опыт получения дополнительного образования, изучения дополнительных образовательных программ.
Самоорганизация и саморазвитие (в т.ч. здоровьесбережение)	УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Знает основы здорового образа жизни, здоровьесберегающих технологий, физической культуры. Умеет выполнять комплекс физкультурных упражнений. Имеет практический опыт занятий физической культурой.
Безопасность жизнедеятельности	УК-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	Знает основы безопасности жизнедеятельности, телефоны служб спасения. Умеет оказать первую помощь в чрезвычайных ситуациях, создавать безопасные условия реализации

			профессиональной деятельности. Имеет практический опыт поддержания безопасных условий жизнедеятельности.
--	--	--	--

4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Таблица 4.2

Категория компетенций	Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1	Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук. Умеет анализировать и решать стандартные профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук. Имеет практический опыт применения фундаментальных разделов механики, базовых знаний естественнонаучного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач.
	ОПК-2	Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности	Знает основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования. Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук. Имеет практический опыт применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования, а также современный математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности

	ОПК-3	Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности	Знает основные положения, терминологию и методологию в области физического моделирования, а также основы теории эксперимента в механике. Умеет определять необходимые методы физического моделирования и экспериментальных исследований в зависимости от поставленных задач. Имеет практический опыт применения методов физического моделирования и современного экспериментального оборудования для решения стандартных профессиональных задач.
	ОПК-4	Способен применять современные информационные технологии, использовать и создавать программные средства для решения задач науки и техники	Знает базовые понятия информатики, информации, ее измерения, кодирования и представления в вычислительных системах, принципы сбора, хранения и обработки информации. Умеет использовать знания, полученные в области компьютерных наук. Имеет практический опыт использования информационных технологий, а также создания программных средств для решения стандартных задач профессиональной деятельности
	ОПК-5	Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики	Знает основы преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средней школе и специальных учебных заведениях. Умеет использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности. Имеет практический опыт планирования и подготовки учебных занятий, а также представления научных знаний.

4.2. Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения³

Таблица 4.3

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
<i>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</i>		
ПК-1	Владение методами механического, физического и математического исследования при анализе проблем механики на основе знаний фундаментальных физико-математических дисциплин и компьютерных наук и навыками проблемно-задачной формы представления научных знаний	Знает теоретические основы фундаментальных методов исследования проблем механики. Умеет применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задач исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области механики, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой.
ПК-2	Умение извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, научных сайтов, реферативных журналов для применения в научной работе, а также публично представлять научные результаты	Знает особенности поиска научно-технической информации в различных источниках, методов и технологий ее обработки, а также способов представления. Умеет организовать целенаправленный поиск информации в различных источниках, выбирать методы и технологии ее обработки и представления, исходя из поставленной задачи. Имеет практический опыт поиска и анализа научно-технической информации в различных источниках для решения стандартных профессиональных задач механики, а также опыт публичного представления научных результатов.
ПК-5	Владение навыками самостоятельного анализа поставленной задачи, выбора корректного метода ее решения, построения алгоритма и его реализации	Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных задач механики. Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной деятельности для поставленных целей на основе теоретических знаний. Имеет практический опыт решения задач механики в соответствии с выбранным методом и построенным

³ При наличии сопряженных ПК заполнение раздела является обязательным (минимум, по одной компетенции, учитывающей требования соответствующего ПК)

		алгоритмом.
ПК-7	Способность применять математически сложные алгоритмы в современных специализированных программных комплексах, реализовывать в них собственные методы, модели и алгоритмы	Знает теоретические основы фундаментальных компьютерных наук. Умеет ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики. Имеет практический опыт использования математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах, включая реализацию в них собственных методов и моделей.
<i>Тип задач профессиональной деятельности: педагогический</i>		
ПК-3	Владение навыками преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средней школе, средних специальных учебных заведениях и заведениях дополнительного образования для детей и взрослых	Знает требования к организационно-методическому и педагогическому обеспечению программ среднего общего образования, среднего профессионального образования и программам дополнительного профессионального образования; знает методические основы преподавания профессиональных дисциплин. Умеет планировать и готовить необходимый материал для учебных занятий по программам среднего общего образования, среднего профессионального образования и программам дополнительного профессионального образования. Имеет практический опыт подготовки и планирования учебных занятий.
ПК-4	Умение ясно и понятно представлять научные знания с учетом уровня аудитории	Знает основы и принципы представления научных знаний различной сложности. Умеет передавать результат теоретических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области. Имеет практический опыт представления собственных и известных научных результатов с учетом уровня подготовки аудитории.
<i>Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический</i>		
ПК-4	Умение ясно и понятно представлять научные знания с учетом уровня аудитории	Знает основы и принципы представления научных знаний различной сложности. Умеет передавать результат теоретических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области.

		Имеет практический опыт представления собственных и известных научных результатов с учетом уровня подготовки аудитории.
ПК-5	Владение навыками самостоятельного анализа поставленной задачи, выбора корректного метода ее решения, построения алгоритма и его реализации	Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных задач механики. Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной деятельности для поставленных целей на основе теоретических знаний. Имеет практический опыт решения задач механики в соответствии с выбранным методом решения и построенным алгоритмом.
ПК-6	Умение использовать физические и компьютерные модели объектов и явлений реального мира, сред, тел и конструкций, а также современное экспериментальное оборудование	Знает теоретические основы физического и компьютерного моделирования, основы эксперимента в механике. Умеет использовать физические и компьютерные модели объектов и явлений реального мира, сред, тел и конструкций, а также современное экспериментальное оборудование для решения задач механики на основе полученных теоретических знаний. Имеет практический опыт использования физических и компьютерных моделей и экспериментального оборудования при решении стандартных задач механики.
ПК-7	Способность применять математически сложные алгоритмы в современных специализированных программных комплексах, реализовывать в них собственные методы, модели и алгоритмы	Знает теоретические основы фундаментальных компьютерных наук. Умеет ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики. Имеет практический опыт использования математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах, включая реализацию в них собственных методов и моделей.

Перечень профессиональных компетенций организация устанавливает самостоятельно с учетом рекомендаций ПООП.

Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП

5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы.

Согласно положениям Федерального закона №273-ФЗ образовательная программа включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную). Это обеспечивает возможность разработки и реализации в рамках одного направления подготовки ОПОП, ориентированных на разный набор задач профессиональной деятельности и (или) имеющих различные направленности (профили).

Формирование структуры и содержания программ, выбор образовательных технологий и средств оценивания происходят на основе требуемых компетенций выпускников и индикаторов их достижения, указанных в разделах 3 и 4 настоящей ПООП.

Выбор направленности программ в рамках направления подготовки должен учитывать требования ФГОС ВО, указывающие, что программа бакалавриата может иметь профиль, ориентированный на конкретные области и (или) сферы, и (или) задачи, и (или) объекты профессиональной деятельности и (или) области знания в рамках направления подготовки.

В одной ОПОП могут сочетаться задачи научно-исследовательского, производственно-технологического, проектного, организационно-управленческого и педагогического типа с учетом требований ФГОС ВО и рекомендаций, приведенных в разделах 3 и 4 настоящей ПООП.

Результаты обучения по отдельным дисциплинам (модулям) должны быть соотнесены с рекомендациями раздела 4 настоящей ПООП и (или) учитывать потребности заинтересованных работодателей на основе анализа требований к компетенциям, предъявляемых к выпускникам данного направления подготовки на рынке труда.

Объем обязательной (базовой) части Блока 1 должен составлять не менее 120 з.е., объем вариативной части Блока 1 должен быть не менее 30 з.е. При этом

дисциплины по выбору должны составлять не менее 20 % от вариативной части Блока 1.

5.2. Рекомендуемые типы практики.

Практика является обязательным разделом основной образовательной программы подготовки бакалавра. Она представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

При реализации образовательной программы по данному направлению подготовки рекомендуются следующие возможные виды практик: научно-исследовательская, преддипломная.

Конкретные виды практик определяются профилем образовательной программы. Цели и задачи, программы и формы отчетности определяются по каждому виду практики.

5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график

ПРИМЕРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН подготовки бакалавра по направлению 01.03.03. Механика и математическое моделирование

Квалификация (степень) – бакалавр
Срок обучения в соответствии с ФГОС ВО – 4 года

Наименование элемента программы		Общая трудоемк ость	Распределение по периодам обучения								Планируемые результаты обучения
			1	2	3	4	5	6	7	8	
БЛОК 1	Дисциплины (модули)	213-225									
	БАЗОВАЯ ЧАСТЬ	123-141									
	Философия	12-22							+	+	УК-1 УК-4 УК-5 УК-6
	Отечественная история		+								УК-1 УК-4 УК-5 УК-6
	Иностранный язык		+	+	+	+	+	+	+		УК-2 УК-3 УК-4 УК-5 УК-6
	Безопасность жизнедеятельности	1							+		УК-3 УК-7 УК-8
	Физическая культура и спорт	2 +328 часов	+	+	+	+	+	+			УК-7 УК-8
	Модуль Математический анализ (математический анализ, функциональный анализ, теория функций комплексного переменного)	22-28	+	+	+	+	+				УК-1 УК-2 ОПК-1
	Модуль Алгебра (алгебра, линейная алгебра, математическая логика, теория чисел, компьютерная алгебра)	8-12	+	+		+					УК-1 УК-2 ОПК-1
	Модуль Геометрия и топология	6-10	+	+	+						УК-1

	<i>(аналитическая геометрия, дифференциальная геометрия и тензорный анализ)</i>										УК-2 ОПК-1
	Модуль Дифференциальные уравнения и уравнения математической физики <i>(дифференциальные уравнения, уравнения математической физики)</i>	8-12			+	+					УК-1 УК-2 ОПК-1
	Модуль Вероятность, статистика и дискретная математика <i>(теория вероятностей и математическая статистика, дискретный анализ)</i>	6-10			+		+				УК-1 УК-2 ОПК-1
	Модуль Вычислительная математика <i>(методы вычислений, программирование, базы данных и операционные системы, архитектура ЭВМ)</i>	8-12					+	+	+	+	УК-1 УК-2 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-4 ПК-2 ПК-7
	Модуль Базовые механические дисциплины <i>(теоретическая механика, механика деформируемого твердого тела, гидроаэромеханика, тензоры в механике, гидроупругость)</i>	40-48		+	+	+	+	+	+	+	УК-1 УК-2 ОПК-1 ПК-1
	Модуль естественно-научных дисциплин <i>(физика, концепции современного естествознания)</i>	6-10					+	+	+	+	УК-1 УК-2 ОПК-1
	Модуль практикумов <i>(лабораторные и лабораторно-вычислительные практикумы)</i>	4-8									УК-1 УК-2 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-6 ПК-7
	ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ	84-102									
	Модуль Теоретическая механика <i>(колебания упругих тел, задачи робототехники, асимптотические методы в механике, колебания и волны и другие)</i>							+	+	+	ОПК-1 ПК-1 ПК-5 ПК-4
	Модуль Механика деформируемого твердого тела <i>(задачи устойчивости конструкций, устойчивость пластин и оболочек, теория пластичности и другие)</i>							+	+	+	ОПК-1 ПК-1 ПК-5

											ПК-4
	Модуль Механика жидкости, газа и плазмы (задачи сжимаемых сред, теория пограничного слоя, газовая динамика и другие,)							+	+	+	ОПК-1 ПК-1 ПК-5 ПК-4
	Модуль подготовки по основному виду профессиональной деятельности – научно-исследовательской деятельности в соответствии с направленностью (профилем) программы (дисциплины, углубляющие знания в определяемой профилем области механики)							+	+	+	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6 ПК-7
	Модуль подготовки по основному виду профессиональной деятельности – педагогической деятельности (история механики и прикладной математики, презентация результатов научного исследования)							+	+	+	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5
БЛОК 2	ПРАКТИКИ (практики, проекты, курсовые работы, научно-исследовательская работа)	12-24							+	+	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК (в зависимости от вида деятельности и профиля программы)
БЛОК 3	ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	3-9									
	Государственный экзамен (при наличии)	3								+	ОПК-1
	Подготовка и защита выпускной квалификационной работы	6								+	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4

											ОПК-5 ПК (в зависимости от вида деятельности и профиля программы)
ВСЕГО		240									

Примечание 1. Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы бакалавриата, являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности (профиля) программы бакалавриата, которую он осваивает. Набор дисциплин (модулей), относящихся к базовой части программы бакалавриата, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном ФГОС ВО, с учетом примерной основной образовательной программы.

Примечание 2. Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы бакалавриата и практики, определяют направленность (профиль) программы бакалавриата. Набор дисциплин (модулей), относящихся к вариативной части программы бакалавриата и практик, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном ФГОС ВО. После выбора обучающимся направленности (профиля) программы набор соответствующих дисциплин (модулей) и практик становится обязательным для освоения обучающимся.

Другие примеры учебных планов можно найти на сайтах МГУ (<http://edu.msu.ru/catalog/department.php?id=1>), СПбГУ (<http://math.spbu.ru/rus/study/plans.html>), НГУ (<http://mmf.nsu.ru/education/materials#comput-n-complex> и др.

Примерный календарный учебный график

1 курс

[illegible]

2 курс

Календарный период планирования			Группы видов деятельности по календарному учебному графику							
№ п/п	Начало периода	Окончание периода	1. Учебные занятия	2. Мероприятия промежуточной аттестации	3. Ликвидация академических задолженностей	4. Практики и курсовые работы	5. Научно-исследовательская работа	6. Итоговая аттестация	7. Внеучебные занятия	8. Каникулярное время
1	1 сентября	7 сентября	Учебные занятия лекционного и семинарского типа		Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам				Мероприятия по организации занятий	
2-16	8 сентября	22 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам					
17	23 декабря	29 декабря		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
18-19	30 декабря	8 января								Каникулярное время
20-22	9 января	29 января		Промежуточная аттестация в форме экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
23-24	30 января	10 февраля								Каникулярное время
25-39	11 февраля	30 мая	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, аттестационного испытания	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам					
40-41	31 мая	14 июня	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена, аттестационного испытания	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, аттестационным испытаниям					
42-47	15 июня	26 июля		Промежуточная аттестация в форме экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, аттестационным испытаниям					Каникулярное время

48-52	27 июля	31 августа								Каникулярное время
-------	---------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--------------------

3 курс

Календарный период планирования			Группы видов деятельности по календарному учебному графику							
№ п/п	Начало периода	Окончание периода	1. Учебные занятия	2. Мероприятия промежуточной аттестации	3. Ликвидация академических задолженностей	4. Практики и курсовые работы	5. Научно-исследовательская работа	6. Итоговая аттестация	7. Внеучебные занятия	8. Каникулярное время
1	1 сентября	7 сентября	Учебные занятия лекционного и семинарского типа		Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам				Мероприятия по организации занятий	
2-16	8 сентября	22 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам					
17	23 декабря	29 декабря		Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
18-19	30 декабря	8 января								Каникулярное время
20-22	9 января	29 января		Промежуточная аттестация в форме экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
23-24	30	10 февраля								Каникулярное время
25-39	11 февраля	30 мая	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Курсовая работа				
40-41	31 мая	14 июня	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
42-47	15 июня	26 июля		Промежуточная аттестация в форме экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					Каникулярное время

48-52	27 июля	31 августа								Каникулярное время
-------	---------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--------------------

4 курс

Календарный период планирования			Группы видов деятельности по календарному учебному графику							
№ п/п	Начало периода	Окончание периода	1. Учебные занятия	2. Мероприятия промежуточной аттестации	3. Ликвидация академических задолженностей	4. Практики и курсовые работы	5. Научно-исследовательская работа	6. Итоговая аттестация	7. Внеучебные занятия	8. Каникулярное время
1	1 сентября	7 сентября	Учебные занятия лекционного и семинарского типа		Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Научно-исследовательская практика			Мероприятия по организации занятий	
2-16	8 сентября	22 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, аттестационного испытания	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Научно-исследовательская практика				
17	23 декабря	29 декабря		Промежуточная аттестация в форме зачета, аттестационного испытания	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, аттестационным испытаниям	Научно-исследовательская практика				
18-19	30 декабря	8 января								Каникулярное время
20-22	9 января	29 января		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
23-24	30 января	10 февраля								Каникулярное время
25-33	11 февраля	16 апреля	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, аттестационного испытания	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Производственная практика				
34-36	17 апреля	9 мая	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, аттестационного испытания, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам.	Производственная практика				

37	10 мая	16 мая	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, аттестационного испытания, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, аттестационным испытаниям, экзаменам	Производственная практика		Защита выпускной квалификационной работы		
38-41	17 мая	14 июня		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам, аттестационным испытаниям	Производственная практика		Защита выпускной квалификационной работы		
42	15 июня	21 июня						Защита выпускной квалификационной работы		
43-47	22 июня	26 июля								Каникулярное время

<u>2. Сводные данные (в неделях)</u>		Курс 1	Курс 2	Курс 3	Курс 4	Итого
	Образовательная подготовка					
Т	Теоретическое обучение	36	36	36	30	138
Э	Экзамены	6	6	6	5	23
П	Практика (преддипломная) *					
У	Практика (учебная) *					
Н	Практика (НИР) *					
К	Каникулы	10	10	10	11	41
Г	Государственная итоговая аттестация				6	6
Итого		52	52	52	52	208

* практика может проходить параллельно с теоретическим обучением.

5.4. Примерные программы дисциплин (модулей) и практик⁴

Ниже приводятся примеры структурного оформления рабочих программ учебных дисциплин. Другие примеры программ учебных дисциплин можно найти на сайтах

МГУ (<http://edu.msu.ru/catalog/department.php?id=1>),

СПбГУ <http://math.spbu.ru/rus/all-department.html>,

например, http://math.spbu.ru/kio/kio_ex.html),

НГУ (<http://mmf.nsu.ru/education/materials#comput-n-complex>),

НИУ ВШЭ (<https://www.hse.ru/ba/am/about>, <https://math.hse.ru/2011archive>) и др.

⁴ Учебные практики могут входить в состав крупных образовательных модулей

ПРИМЕРНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика деформируемого твердого тела

Язык(и) обучения

Русский

Трудоемкость (границы трудоемкости) в зачетных единицах:

8

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Представленная дисциплина читается бакалаврам 3-4 курса очной формы обучения направления 01.03.03 «Механика и математическое моделирование» в 5-7 семестрах.

Цели курса:

- формирование у студентов целостного представления об основных положениях механики деформируемого твердого тела;
- формирование у студентов навыков постановки и решения задач механики деформируемого твердого тела.

Задачи курса:

- сформировать систему базовых знаний о предмете и методах механики деформируемого твердого тела;
- заложить навыки проблемно-задачной формы представления научных знаний;
- заложить навыки механического и математического исследования при анализе проблем механики на основе знаний предмета;
- заложить основы компетентности в проведении научно-исследовательской и научно-исследовательской деятельности;
- заложить навыки создания новых компьютерных моделей объектов реального мира, сред, тел и конструкций.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь предварительную подготовку в объеме курса физики, изучаемого в средней школе, а также курсов математического анализа, высшей алгебры, аналитической и дифференциальной геометрии, теоретической механики, изучаемого на 1-м и 2-м курсах математико-механического факультета.

1.3. Перечень результатов обучения

ОПК-1. Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности.

ОПК-4. Способен применять современные информационные технологии, использовать и создавать программные средства для решения задач науки и техники.

ПК-1. Владение методами механического, физического и математического исследования при анализе проблем механики на основе знаний фундаментальных физико-математических дисциплин и компьютерных наук и навыками проблемно-задачной формы представления научных знаний.

ПК-2. Умение извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, научных сайтов, реферативных журналов для применения в научной работе, а также публично представлять научные результаты.

ПК-5. Владение навыками самостоятельного анализа поставленной задачи, выбора корректного метода ее решения, построения алгоритма и его реализации.

В результате изучения дисциплины будущий бакалавр должен:

знать:

основные понятия и законы и соотношения механики деформируемого твердого тела;

основные методы и подходы к решению задач механики деформируемого твердого тела;
основные численные методы решения задач механики деформируемого твердого тела.

уметь:

- эффективно использовать знания по механике деформируемого твердого тела в профессиональной деятельности;
- проводить анализ проблемных ситуаций теории упругости, пластичности, механики разрушения с целью определения и постановки простейших задачи механики деформируемого твердого тела в рамках рассматриваемой проблемы;
- создать математическую, механическую или компьютерную модель деформируемой конструкции и предложить методы определения ее параметров;

владеть:

- навыками публично представлять научные результаты;
- навыками извлечения актуальной научно-технической информации из различных источников.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

Для повышения познавательной активности студентов в ходе *аудиторных* лекционных занятий используется разбор конкретных задач и ситуаций, предложенных преподавателем (1/3-2/3 академического часа в течение каждой лекции).

По желанию лектора при изложении части тем, применяется мультимедиа–проектор для проведения презентаций и демонстрации других материалов занятий и лабораторное оборудование для демонстрации особенностей механического поведения материалов.

В ходе *аудиторных* практических занятий студенты самостоятельно и (или) в малых группах решают задачи по заданию преподавателя с последующим обсуждением проблемной постановки, адекватности методов решения и точности результата.

Для активизации *самостоятельной* работы всем студентам даётся список заданий для самостоятельного решения.

Обязательным является самостоятельное построение студентами математических и компьютерных моделей механики стержневых систем, теории упругости, пластичности и механики разрушения по заданию преподавателя с последующим исследованием и анализом результатов расчетов.

Объёмы активных и интерактивных форм учебных занятий по каждой теме приведены в пункте 2.1.1.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся

Модули учебной дисциплины	Аудиторная учебная работа обучающихся							Самостоятельная работа)			Объём активных форм учебной работы (часов)	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	без участия преподавателя		

Пятый семестр

1-й модуль: НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ	16		2			2	2	2	2	18	5	1
	50		25				25					
2-й модуль: СТЕРЖНИ И СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ	14		2			2	2	2	2	18	5	1
	30		25				25					
ИТОГО ЧАСОВ:	36		4			4	4	4	4	36	10	2

Шестой семестр

3-й модуль: ЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ	16		2	20		8	2	2	2	16	10	2
	50		25	25		25	25					
4-й модуль: ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ	14		2	12		8	2	2	2	16	10	2
	50		25	25		25	25					
ИТОГО:	30		4	32		16	4	4	4	32	20	4

Примечание. Практические занятия по решению задач базируются на модулях 1 и 2 лекционного курса, излагаемых в 5 семестре. По указанным темам планируются 4 контрольные работы (напряжения и деформации, растяжение и

сжатие стержней, изгиб, кручение). На коллоквиум выносятся теоретический материал 5 семестра.

Седьмой семестр

5-й модуль: ИЗГИБ ТОНКИХ ПЛАСТИН	6		2			2		2	2	20	10	1
	50		25									
6-й модуль: ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ	24		2			2		2	2	20	10	1
	50		25									
ИТОГО:	30		4			4		4	4	40	4	2

Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации			
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ			
очная форма обучения			
Модуль 1	контрольная работа (2 часа), коллоквиум		
Модуль 2	контрольная работа (2 часа), коллоквиум		
Модуль 1 – Модуль 2		зачет (5-й семестр)	
Модуль 3	2 контрольные работы (2 x 2 часа), Коллоквиум		
Модуль 4	2 контрольные работы (2 x 2 часа), Коллоквиум		
Модуль 3 - Модуль 4		зачет (6-й семестр)	
Модуль 5	контрольная работа (2 часа)		
Модуль 6	контрольная работа (2 часа)		
Модуль 1 - Модуль 6		экзамен (7-й семестр)	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): **Семестр 5**

п / п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
Модуль 1. НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ			
1	Понятие о сплошной среде. Переменные Эйлера и Лагранжа в механике сплошных сред. Внешние и внутренние силы. Понятие о тензоре напряжений. Преобразование компонент тензора напряжений при повороте системы координат.	лекция	4
2	Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды. Симметрия тензора напряжений. Главные напряжения и главные направления. Основные инварианты тензора напряжений. Круговая диаграмма Мора. Частные случаи напряженного состояния.	лекция	2
3	Тензоры деформаций Грина и Альманси. Геометрический смысл компонент деформации. Удлинения и сдвиги. Относительное изменение объема. Тензор дисторсии. Вектор малого поворота. Частные случаи деформированного состояния. Определение перемещений по заданным компонентам тензора малых деформаций. Условия совместности Сен-Венана.	лекция	4

4	Уравнения равновесия и тензоры напряжений в лагранжевых переменных. Работа внешних сил на возможных перемещениях. Упругий потенциал. Термодинамический смысл упругого потенциала. Формулы Лагранжа и Кастильяно. Теорема Клапейрона.	лекция	2
5	Закон Гука для изотропной упругой среды. Закон Гука для анизотропной упругой среды. Ортоотропные и трансверсально-изотропные материалы. Определяющие соотношения термоупругости. Определяющие соотношения вязкоупругости.	лекция	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	12
	Условия пластичности Треска и Мизеса. Классические критерии хрупкого и вязкого разрушения.		2
Модуль 2. СТЕРЖНИ И СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ			
1	Растяжение и сжатие стержней. Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии. Дифференциальное уравнение продольной деформации стержня с переменной жесткостью.	лекция	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
2	Кручение стержней кругового поперечного сечения.	лекция	2
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
3	Изгиб стержней. Изгибающий момент и поперечная сила. Гипотезы Бернулли. Дифференциальное уравнение изгиба. Потенциальная энергия деформации изгиба.	лекция	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
4	Энергетические методы в механике стержневых систем. Обобщенные силы и обобщенные перемещения, принцип обобщенных перемещений в механике стержней. Теорема Лагранжа. Линейные системы и теорема Кастильяно. Формула Максвелла-Мора. Статически определимые и статически неопределимые системы. Теорема взаимности работ.	лекция	2
Семестр 6			
Модуль 3. ЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ			
1	Граничные задачи статики упругого тела. Постановка задач теории упругости в перемещениях. Единственность решения краевых задач в перемещениях; теорема Кирхгофа. Неравенство Корна. Уравнения Бельтрами-Митчела. Постановка задач теории упругости в напряжениях.	лекция	4
		практические занятия	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
2	Простейшие краевые задачи теории упругости (равномерное всестороннее давление, растяжение цилиндра, цилиндр под действием силы тяжести, изгиб цилиндрического тела или призмы моментами). Принцип Сен-Венана. Кручение цилиндров. Полуобратный метод Сен-Венана. Функция Прандтля.	лекция	4
		практические занятия	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
3	Частные решения неоднородной системы уравнений в перемещениях; тензор Сомильяна. Закон взаимности Бетти. Существование гладких решений краевых задач линейной теории упругости.	лекция	2
		практические занятия	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	0
4	Вариационные методы и обобщенные решения в линейной теории упругости. Существование обобщенных решений. Итерационные методы и численное решение краевых задач линейной теории упругости. Метод конечных элементов.	лекция	6
		практические занятия	6
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
Модуль 4. ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ			
1	Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция Эри. Выражение функции Эри через две произвольные аналитические функции. Формула Колосова для перемещений. Формулы Колосова для напряжений. Степень определенности комплексных потенциалов.	лекция	6
		практические занятия	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	2

	Комплексные потенциалы для многосвязной ограниченной области. Комплексные потенциалы для многосвязной неограниченной области.		
2	Основные граничные задачи; приведение к задачам теории функций комплексного переменного, понятие регулярного решения. Решение первой основной задачи для круга методом степенных рядов. Задача Ламе. Решение основных задач с помощью конформного отображения. Полярная система координат; формулы Колосова в полярной системе.	лекция	4
		практические занятия	6
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
3	Интегралы типа Коши. Приведение основных задач к интегральным уравнениям. Преобразование Фурье и его применение к граничным задачам теории упругости. Задача Фламана.	лекция	4
		практические занятия	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	1

Семестр 7

Модуль 5. ИЗГИБ ТОНКИХ ПЛАСТИН

1	Гипотезы Кирхгофа. Усилия и моменты.	лекция	2
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
2	Уравнение Софи Жермен. Граничные условия для прямоугольной пластины.	лекция	4
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	2

Модуль 6. ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

1	Постановка динамических задач теории упругости.	лекция	2
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
2	Продольные и поперечные плоские волны. Продольный и поперечный потенциалы	лекция	8
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	
3	Волны с горизонтальной и вертикальной поляризацией.	лекция	6
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
4	Поверхностные волны Релея.	лекция	2
		самостоятельная работа по методическим материалам	0
5	Волны в упругом полупространстве.	лекция	1
		самостоятельная работа по методическим материалам	

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1. Методические указания по освоению дисциплины

На первом занятии преподаватель обязан довести до студентов требования к текущей и промежуточной аттестации, порядок работы в аудитории.

Преподавателю рекомендуется создавать и использовать электронные презентации и раздаточный материал на занятиях.

Рекомендуемая литература должна быть доступна студентам в библиотеке университета либо на электронном носителе.

При организации самостоятельной работы студентов на занятии преподаватель должен периодически проверять ее выполнение и давать необходимые рекомендации и комментарии по наиболее качественному выполнению заданий.

3.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы

Для самостоятельной работы студентам предлагается опираться на предложенный список учебной и научной литературы, а также Интернет-ресурсы (см. в разделе 3.4).

При самостоятельной работе студентам следует учесть следующие рекомендации:

- соотносить усваиваемый материал с собственным опытом для наилучшего запоминания;
- составить индивидуальный график для выполнения самостоятельных работ, учитывая особенности своей работоспособности для достижения наилучшего результата.

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов при подготовке к коллоквиуму в 5-м семестре:

1. Понятие о тензоре напряжений. Вычисление вектора напряжений на произвольной площадке (формула Коши). Вычисление нормального и касательного напряжений на произвольной площадке.
2. Преобразование компонент тензора напряжений при повороте системы координат.
3. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды.
4. Определение главных напряжений и главных направлений. Основные инварианты тензора напряжений.
5. Круговая диаграмма Мора.
6. Частные случаи напряженного состояния: гидростатическое напряженное состояние, одноосное растяжение (сжатие), чистый сдвиг, плоское напряженное состояние.
7. Понятие о тензоре деформаций. Тензор деформаций Грина-Лагранжа. Тензор деформаций Альманси-Эйлера. Тензор малых деформаций.
8. Геометрический смысл компонент деформации - удлинения и сдвиги.
9. Относительное изменение объема (при малых деформациях). Тензор дисторсии. Вектор малого поворота.
10. Определение перемещений по заданным компонентам деформации. Условия совместности Сен-Венана.
11. Уравнения равновесия и тензоры напряжений в лагранжевых переменных.
12. Работа внешних сил на возможных перемещениях. Упругий потенциал. Формулы Лагранжа и Кастильяно. Теорема Клапейрона.
13. Закон Гука для изотропной упругой среды.
14. Закон Гука для анизотропной упругой среды. Частные случаи анизотропии.
15. Определяющие соотношения термоупругости.

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов при подготовке к коллоквиуму в 6-м семестре:

1. Принцип Сен-Венана.
2. Растяжение и сжатие упругого стержня: гипотеза плоских сечений, дифференциальное уравнение продольной деформации стержня с переменной жесткостью. Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии.
3. Кручение стержня с круговым поперечным сечением. Потенциальная энергия деформации кручения.
4. Изгиб балок: изгибающий момент и поперечная сила, дифференциальные уравнения равновесия. Гипотезы Бернулли, дифференциальное уравнение изгиба, граничные условия. Потенциальная энергия деформации изгиба. Напряжения при изгибе.
5. Энергетические методы механики стержневых систем: принцип возможных перемещений, теоремы Лагранжа и Кастильяно, теорема Клапейрона, формула Максвелла-Мора, теорема о взаимности работ.
6. Классические критерии прочности и пластичности.
7. Понятие о вязкоупругости.
8. Условия пластичности Треска и Мизеса. Определяющие соотношения теории пластичности.
9. Устойчивость сжатого стержня (задача Эйлера).

10. Распространение продольных волн в стержне. Колебания стержней (продольные, крутильные, изгибные).

Примерный перечень заданий для самостоятельной работы студентов в присутствии преподавателя:

Задания к модулю 1.

1. В некоторой точке сплошной среды напряженное состояние задано тензором напряжений

$$T_{\sigma}: \begin{pmatrix} p & \tau & 0 \\ \tau & p & 0 \\ 0 & 0 & p \end{pmatrix}. \text{ Найти:}$$

- a) вектор напряжений на октаэдрической площадке, его нормальную и касательную составляющие;
- b) главные напряжения и главные оси тензора;
- c) максимальное касательное напряжение;
- d) построить диаграмму Мора и указать точку (σ_p , τ_p).

3.1.3. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Основными документами, регламентирующими порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, являются: Устав СПбГУ, Правила обучения по основной образовательной программе СПбГУ.

Текущий контроль успеваемости проводится в течение семестра в форме выполнения контрольных и самостоятельных заданий. Также для контроля знаний может быть проведен устный опрос.

Конкретная форма проведения оценки уровня знаний студентов по дисциплине определяется преподавателем и доводится до сведения студентов на первом занятии по дисциплине в семестре.

В качестве промежуточного контроля в **5-м семестре** студенты сдают зачет на основании выполнения контрольных работ в семестре (6 заданий по 1 баллу каждое) и в соответствии с предложенным списком вопросов (при этом не менее 50% материала может быть сдана предварительно в ходе коллоквиума, критерии оценки такие же, как критерии устного ответа на зачете).

Зачетная аттестация складывается из трех обязательных компонентов (невыполнение любого из пунктов влечет оценку «незачет»):

- 1. Посещаемость занятий (не менее 75%).
- 2. Выполнение контрольных работ (не менее 5 баллов).
- 3. Устный ответ.

Критерии оценивания устного ответа на зачете:

«Зачет» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее и систематическое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, усвоивший взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретаемой профессии, проявивший творческий подход в понимании и использовании учебного материала. Допускаются незначительные погрешности при ответе.

«Незачет» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки и неумение решать задачи.

В качестве промежуточного контроля в **6-м семестре** студенты сдают зачет на основании выполнения контрольных работ в семестре (12 заданий по 1 баллу каждое) и в соответствии с предложенным списком вопросов (при этом не менее 50% материала может быть сдано предварительно в ходе коллоквиума, критерии оценки такие же, как критерии устного ответа на зачете).

Зачетная аттестация складывается из трех обязательных компонентов (невыполнение любого из пунктов влечет оценку «незачет»):

1. Посещаемость занятий (не менее 75%).
2. Выполнение контрольных работ (не менее 10 баллов).
3. Устный ответ.

Критерии оценивания устного ответа на зачете:

«Зачет» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее и систематическое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, усвоивший взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретаемой профессии, проявивший творческий подход в понимании и использовании учебного материала. Допускаются незначительные погрешности при ответе.

«Незачет» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки при выполнении заданий.

Итоговая аттестация в **7-м семестре** проводится в форме устного или письменного (на усмотрение преподавателя) экзамена.

При проведении **экзамена в устной форме** применяются следующие критерии выставления оценок:

«ОТЛИЧНО» - студент владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формулировать ответы, свободно решает предложенные задачи повышенной сложности (не менее двух), хорошо знаком с основной литературой в объеме, необходимом для практической деятельности.

«ХОРОШО» - студент владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать легкие и средней тяжести задачи (не менее двух).

«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» - студент владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Студент способен решать лишь наиболее легкие задачи (не менее одной), владеет только обязательным минимумом методов исследований.

«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» - студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.

При проведении **экзамена в письменной форме** рекомендуемые границы оценок:

- «отлично» - 91% правильных ответов,
- «хорошо» - 81-90% правильных ответов,
- «удовлетворительно» – 71-80% правильных ответов,
- «неудовлетворительно» - 70% правильных ответов.

3.1.4. Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Перечень вопросов к зачету (5 семестр):

1. Понятие о тензоре напряжений. Вычисление вектора напряжений на произвольной площадке (формула Коши). Вычисление нормального и касательного напряжений на произвольной площадке.
2. Преобразование компонент тензора напряжений при повороте системы координат.
3. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды.
4. Определение главных напряжений и главных направлений. Основные инварианты тензора напряжений.
5. Круговая диаграмма Мора.
6. Частные случаи напряженного состояния: гидростатическое напряженное состояние, одноосное растяжение (сжатие), чистый сдвиг, плоское напряженное состояние.
7. Понятие о тензоре деформаций. Тензор деформаций Грина-Лагранжа. Тензор деформаций Альманси-Эйлера. Тензор малых деформаций.
8. Геометрический смысл компонент деформации - удлинения и сдвиги.
9. Относительное изменение объема (при малых деформациях). Тензор дисторсии. Вектор малого поворота.
10. Определение перемещений по заданным компонентам деформации. Условия совместности Сен-Венана.
11. Уравнения равновесия и тензоры напряжений в лагранжевых переменных.
12. Работа внешних сил на возможных перемещениях. Упругий потенциал. Формулы Лагранжа и Кастильяно. Теорема Клапейрона.
13. Закон Гука для изотропной упругой среды.
14. Закон Гука для анизотропной упругой среды. Частные случаи анизотропии.
15. Определяющие соотношения термоупругости.

Перечень вопросов к зачету (6 семестр):

1. Принцип Сен-Венана.
2. Растяжение и сжатие упругого стержня: гипотеза плоских сечений, дифференциальное уравнение продольной деформации стержня с переменной жесткостью. Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии.
3. Кручение стержня с круговым поперечным сечением. Потенциальная энергия деформации кручения.
4. Изгиб балок: изгибающий момент и поперечная сила, дифференциальные уравнения равновесия. Гипотезы Бернулли, дифференциальное уравнение изгиба, граничные условия. Потенциальная энергия деформации изгиба. Напряжения при изгибе.
5. Энергетические методы механики стержневых систем: принцип возможных перемещений, теоремы Лагранжа и Кастильяно, теорема Клапейрона, формула Максвелла-Мора, теорема о взаимности работ.
6. Классические критерии прочности и пластичности.
7. Понятие о вязкоупругости.
8. Условия пластичности Треска и Мизеса. Определяющие соотношения теории пластичности.
9. Устойчивость сжатого стержня (задача Эйлера).
10. Распространение продольных волн в стержне. Колебания стержней (продольные, крутильные, изгибные).

Примерный перечень вопросов к экзамену по курсу (7 семестр)

1. Основные граничные задачи статики упругого тела. Постановка задач теории упругости в перемещениях.
2. Постановка задач теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Мичелла.
3. Теорема о минимуме потенциальной энергии упругого тела.
4. Простейшие задачи теории упругости для цилиндра (призмы)- одноосное растяжение, учет

собственного веса цилиндра, изгиб моментом, кручение кругового цилиндра.

5. Плоская деформация: определение и основные уравнения.
6. Плоское напряженное состояние (обобщенное): определение и основные уравнения.
7. Функция напряжений Эри. Дифференциальное уравнение для функции Эри.
8. Формула Гурса.
9. Формулы Колосова для напряжений и перемещений.
10. Задача Ламе для кругового полого цилиндра. Предельные случаи (сплошной цилиндр, цилиндрическая полость в бесконечной упругой среде).
11. Комплексные потенциалы Колосова-Мусхелишвили для многосвязной области.
12. Выражение граничных условий основных краевых задач в комплексных потенциалах.
13. Зависимость напряженного состояния от упругих постоянных (теорема Леви-Мичелла).
14. Плоская задача теории упругости для кругового цилиндра (метод степенных рядов).
15. Растяжение плоскости с круговым отверстием (задача Кирша). Коэффициент концентрации напряжений
16. Применение конформных отображений. Растяжение плоскости с эллиптическим отверстием.
17. Растяжение плоскости, ослабленной разрезом-трещиной. Коэффициент интенсивности напряжений.
18. Плоская задача для упругого полупространства (задача Фламана).
19. Кручение: подход Сен-Венана, дифференциальное уравнение для функции кручения Сен-Венана, граничное условие.
20. Кручение: подход Прандтля, дифференциальное уравнение для функции напряжений Прандтля, граничное условие.
21. Кручение цилиндра с эллиптическим поперечным сечением.
22. Изгиб тонких пластин: гипотезы Кирхгофа.
23. Изгиб тонких пластин: усилия и моменты, уравнение Софи Жермен.
24. Изгиб тонких пластин: граничные условия для прямоугольной пластины.
25. Постановка динамических задач теории упругости. Уравнения динамики в перемещениях. Граничные и начальные условия.
26. Продольные и поперечные плоские волны в безграничной изотропной упругой среде.
27. Продольный и поперечный потенциалы.
28. Поверхностные волны Релея.
29. Энергетический критерий Гриффитса в механике трещин. Формула Гриффитса.
30. Коэффициенты интенсивности. Критерий Ирвина.
31. Критерий хрупкого разрушения по В.В.Новожилову.
32. Метод конечных элементов: приложение к решению задачи о кручении призм и плоской задачи теории упругости.
33. Граничные интегральные уравнения краевых задач теории упругости.

3.1.5. Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1. Образование и (или) квалификация преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень кандидата или доктора наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора. Преподаватели, привлекаемые к проведению практических занятий, должны иметь базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю преподаваемой дисциплины.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Учебно-вспомогательный и инженерно-технический персонал должен иметь высшее образование, и обладать навыками организации работы с пользовательскими программными продуктами в локальной сети компьютерного класса и в Интернете, а также с лабораторным оборудованием при демонстрации лектором особенностей механического поведения материалов.

3.3. Материально-техническое обеспечение
3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий
Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций с экраном и техникой для презентаций, для практических занятий - ноутбук со средствами MS Office, мультимедийное оборудование и компьютерный класс.
3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе к неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования
Для проведения занятия необходимы: видеопроектор, ноутбук, экран настенный.
3.3.3 Характеристики специализированного оборудования
Рабочие места преподавателя и студентов должны быть оснащены современным компьютерным и мультимедийным оборудованием.
3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения
Matlab версии не ранее 2010, ANSYS версии не ниже 10.0.
3.3.5 Перечень и объем расходных материалов
Мел, фломастеры цветные, губки, флип-чарт, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски, флеш-накопители и др. в объеме, необходимом для организации и проведения занятий, по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки.
3.4. Информационное обеспечение
3.4.1 Список обязательной литературы
Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. - Изд. 4-е. - М: URSS ЛЕНАНД, 2014. – 310 с. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика. М: ГЭОТАР-Медиа. 2014. – 639 с. Попов В.Л., Механика контактного взаимодействия и физика трения. От нанотрибологии до динамики землетрясений - "Физматлит", 2013, 352 с. Зубчанинов В.Г., Механика процессов пластических сред - "Физматлит", 2010, 352 с. Димитриенко Ю.И., Нелинейная механика сплошной среды - "Физматлит", 2009, 624 с. Калинчук В.В., Белянкова Т.И. Динамика поверхности неоднородных сред - "Физматлит", 2009, 316 с. Новожилов В.В. Основы нелинейной теории упругости. Лурье А.И. Теория упругости. М. Наука, 1970 Лурье А.И. Нелинейная теория упругости. М. Наука 1980. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.Наука. 1979. Седов Л. И. Механика сплошной среды: [В 2 т.]. - 6-е изд., стер. - СПб: Лань, 2004. Коваленко А.Д. Термоупругость. Издательское объединение «Вища школа», 1975. Пальмов В. А. Фундаментальные законы природы в механике деформируемых тел: учеб. пособие.—СПб.: Изд-во Политехн.ун-та, 2008. -141 с.
3.4.2 Список дополнительной литературы
Труделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред. М.: Мир, 1975. Грин А.Е., Адкинс Дж.Е. Большие упругие деформации и нелинейная механика сплошных сред Черных К.Ф. , Литвиненкова З.Н. Теория больших упругих деформаций. Изд.ЛГУ. 1988. Кондауров В.И., Фортов В.Е. Основы термодинамики конденсированной среды. М.: Изд-во МФТИ, 2002.-336 с. Баженов В.Г., Игумнов Л.А. Методы граничных интегральных уравнений и граничных элементов. -М.: Физматлит.-2008.-352 с. Сьярле Ф. Математическая теория упругости. –М.: Мир. 1992.-472 с. Пальмов В. А. Теория определяющих уравнений в нелинейной термомеханике деформируемых тел: учеб. пособие.—СПб.: Изд-во политехн.ун-та,2008. -108 с. Пальмов В. А. Элементы тензорной алгебры и тензорного анализа: учеб. пособие.—СПб.:Изд-во Политехн.ун-та, 2008. -108 с.
3.4.3 Перечень иных информационных источников
http://www.sciencedirect.com/ - информационный портал по основным разделам механики,

физики, материаловедения;

<http://www.twirpx.com/> - бесплатная электронная библиотека, содержащая книги из списка обязательной и дополнительной литературы;

<http://www.library.spbu.ru/> - электронные ресурсы СПбГУ.

ПРИМЕРНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Научно-исследовательская практика

Язык(и) обучения

русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 2

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Подготовка студентов к выполнению научно-исследовательской работы.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих **задач курса**: формирование у студента навыков применения полученных фундаментальных и специальных знаний к решению исследовательских задач, навыков взаимодействия со специалистами, навыка постановки задачи, планирования исследований, выполнения исследований с использованием специального оборудования, представления результатов, акцентирование внимания студентов на особенностях применения полученных фундаментальных знаний при решении конкретных задач механики жидкости и газа, физической механики, теоретической и прикладной механики, механики деформируемого твердого тела.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь предварительную подготовку в объеме курса физики, алгебры, математического анализа, основ математической физики, основных разделов специальных курсов по механике жидкости и газа, физической механики, теоретической и прикладной механики, механики деформируемого твердого тела. Также студенты должны иметь базовые знания о современных компьютерных вычислительных программах (например, Mathematica, Maple) и обладать некоторым опытом программирования.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

ОПК-1	Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности
ОПК-3	Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен применять современные информационные технологии, использовать и создавать программные средства для решения задач науки и техники
ОПК-5	Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики
ПК	(в зависимости от вида деятельности и профиля программы)

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

В рамках научно-исследовательской практики предполагается самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя в объеме 44 часов (в седьмом семестре) согласно учебному плану.

Научно-исследовательскую практику студенты имеют возможность проходить в лабораториях и на кафедрах СПбГУ, а также в различных организациях, с которыми заключен договор об организации и проведении практики обучающимися СПбГУ:

- ООО «Прогрестех-Дубна» (Московская обл., г. Дубна)
- ФГУП ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского (Московская обл., г. Жуковский)
- Институт Проблем Машиноведения РАН (Санкт-Петербург)
- ЦНИИ им. Крылова (Санкт-Петербург)

Руководитель практики формулирует конкретную задачу, которую студент решает под руководством ведущих исследователей.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Период обучения (модуль)	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость		
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	преподавателя	сам.раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)			промежуточная аттестация (сам.раб.)	итоговая аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
очная форма обучения																		
Семестр 7									1		44		15				10	2
									2-20		2-20		2-20					
ИТОГО									1		44		15				10	2

Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации			
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ			
очная форма обучения			
Семестр 7		зачет	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

Период обучения (модуль): Семестр 7

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Кол-во часов
1	Постановка задачи. Планирование исследований.	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6

2	Решение задачи с помощью аналитических, численных и/или экспериментальных методов	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	15
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	26
3	Подготовка отчета по научно-исследовательской практике в форме научного доклада.	Промежуточная аттестация	1
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению консультаций и самостоятельной работе под руководством преподавателя.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов — учебники, учебные пособия, методические указания для студентов, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия и зависят от конкретной поставленной задачи.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Контроль за усвоением материала включает в себя регулярные встречи с руководителем практики и проведение зачета.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Промежуточная аттестация складывается из: представления студентом научного доклада по результатам практики и отзыва руководителя практики.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки содержания и качества учебного процесса может применяться анкетирование или опрос в соответствии с методикой и графиком, утверждаемым в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К проведению практики привлекаются преподаватели, научные сотрудники, имеющие базовое образование и/или ученую степень, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Зависит от поставленной задачи.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Аудитория с видеопроектором, экраном настенным и др. оборудованием для проведения аттестации.

Специализированное лабораторное оборудование (в зависимости от поставленной задачи).

Специализированные компьютерные классы, в том числе с возможностью параллельных вычислений (в зависимости от поставленной задачи).

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютер с установленным программным обеспечением для проведения работ, а также компьютер для просмотра презентаций в форматах pptx, pdf.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Зависит от конкретной поставленной задачи

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Зависит от конкретной поставленной задачи

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов
Зависит от конкретной поставленной задачи.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

Зависит от конкретной поставленной задачи

3.4.2 Список дополнительной литературы

Зависит от конкретной поставленной задачи

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

Scopus – <http://www.scopus.com>

Web of Science – <http://apps.isiknowledge.com>

Электронные ресурсы по праву на сайте Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации.

При формировании фондов оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) или практике разрабатываются задания, обязательные для выполнения студентом, позволяющие ему приобрести теоретические знания и практические навыки, а также решать профессиональные задачи, соотнесенные с обобщенными трудовыми функциями утвержденных профессиональных стандартов. Разрабатываются основные требования к выполнению заданий, методические рекомендации к их выполнению и критерии оценивания.

Типы заданий для текущего контроля могут быть как традиционными (доклад, реферат, контрольная работа, тесты, задания для практических занятий), так и инновационными (кейс-задача, деловая игра, портфолио обучающегося, индивидуальный или коллективный проект).

Примерный перечень оценочных средств:

Наименование ОС	Краткая характеристика ОС	Представление ОС в фонде
Деловая и/или ролевая игра	Совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи	Тема (проблема), концепция, роли и ожидаемый результат по каждой игре
Кейс-задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы	Задания для решения кейс-задачи
Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как	Вопросы по темам/разделам

	учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	дисциплины
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
Портфолио	Целевая подборка работ обучающегося, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения	Структура портфолио
Проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы групповых и/или индивидуальных проектов
Разноуровневые задачи и задания	А) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; Б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения	Комплект разноуровневых задач и заданий
Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на неё	Темы рефератов
Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской и научной темы	Темы докладов, сообщений
Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная база преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, владения интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и	Фонд тестовых заданий

	умений обучающегося	
Эссе	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме	Тематика эссе

Образцы фондов оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации по дисциплине:

Примерные контрольные вопросы для устных опросов (на примере дисциплины «Гидроаэромеханика»):

1. Поясните суть переменных Лагранжа и Эйлера.
2. Дайте определение местной и индивидуальной производных по времени.
3. Сформулируйте теорему Гельмгольца о скоростях и перемещениях точек жидкой частицы.
4. Дайте определение вектора вихря скорости и тензора скоростей деформации.
5. Запишите уравнения траекторий, линий тока, вихревых линий.
6. Запишите уравнение неразрывности в криволинейных координатах.
7. Запишите систему уравнений равновесия. Сформулируйте условия для сил.
8. Запишите интеграл Бернулли в различных формах.
9. Запишите интеграл Лагранжа в различных формах.
10. Дайте определение комплексного потенциала и комплексной скорости.
11. Приведите примеры комплексных потенциалов простейших течений.
12. Сформулируйте постулат Чаплыгина-Жуковского.
13. Сформулируйте теорему Жуковского.
14. Сформулируйте теоремы Томсона и Лагранжа.
15. Сформулируйте теоремы Гельмгольца о вихрях.
16. Запишите уравнения Навье-Стокса.
17. Сформулируйте основные свойства движения вязкой жидкости.
18. Сформулируйте критерии подобия течений вязкой жидкости.
19. Сформулируйте первый и второй результаты теории пограничного слоя.

Примерные типы задач для проведения промежуточной аттестации (на примере дисциплины «Гидроаэромеханика»):

1. Движение жидкости задано в переменных Эйлера: $v_x = \frac{x}{t+\tau}$, $v_y = \frac{2ty}{t^2+\tau^2}$, $v_z = \frac{3t^2z}{t^3+\tau^3}$, где $\tau = \text{const}$. Описать движение среды в переменных Лагранжа, если $x|_{t=0} = x_0$, $y|_{t=0} = y_0$, $z|_{t=0} = z_0$.

2. Проверить, удовлетворяют ли уравнению неразрывности в цилиндрических координатах параметры течения несжимаемой жидкости с полем скоростей $v_r = \frac{1-r^2}{r^2} \cos \varphi$, $v_\varphi = \frac{1+r^2}{r^2} \sin \varphi$, $v_z = 0$.
3. Определить циркуляцию скорости и расход жидкости через окружность $x^2 + y^2 = 12,25$, если комплексный потенциал имеет вид $W(z) = -\frac{1}{2\pi} \ln(z^2 - 6z + 10)$.
4. Определить, представляют ли многочлены $\varphi(x, y) = x^2 - y^2 - 2y$ и $\psi(x, y) = 2xy + 2x$ соответственно потенциал скорости и функцию тока одного и того же течения? Если да, то записать комплексный потенциал $W(z)$.
5. Определить число Рейнольдса и режим течения воды в круглой водопроводной трубе с внутренним диаметром $d = 300$ мм, если объемный расход $Q = 0,136$ м³/с.

Примерные темы докладов и сообщений (на примере дисциплины «Задачи сжимаемых сред»):

1. Теория подобия и размерностей в механике.
2. Неустановившиеся движения жидкости в реках и каналах.
3. Гидравлический удар.
4. Теория ударной трубы.
5. Отражение ударных волн от твердой стенки.
6. Теория мелкой воды.
7. Элементы теории подводного взрыва.
8. Теория кавитации.
9. Теория Чаплыгина для дозвуковых скоростей.
10. Метод Христиановича для сверхзвуковых скоростей.

5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации.

Итоговая государственная аттестация бакалавра включает защиту выпускной квалификационной работы и (по решению Ученого совета образовательной организации) государственный экзамен.

Итоговые аттестационные испытания предназначены для определения общепрофессиональных и профессиональных компетенций бакалавра, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, установленных федеральным государственным образовательным стандартом,

способствующих его устойчивости на рынке труда и продолжению образования в магистратуре.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой государственной аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе высшего профессионального образования, которую он освоил за время обучения.

В результате подготовки, защиты выпускной квалификационной работы (и/или сдачи государственного экзамена) студент должен:

знать, понимать и решать профессиональные задачи в области деятельности в соответствии с профилем подготовки;

уметь использовать современные методы исследований для решения профессиональных задач; самостоятельно обрабатывать, интерпретировать и представлять результаты деятельности по установленным формам;

иметь практический опыт осмысления информации для решения задач в сфере профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа бакалавра представляет собой законченную самостоятельную научно-исследовательскую работу, в которой решается конкретная актуальная задача механики, и должна соответствовать видам и задачам его профессиональной деятельности, соотносящимся с выбранными профессиональными стандартами. Объем ВКР — 25-50 страниц текста, набранного через 1,5 интервала 14 шрифтом. Работа должна содержать титульный лист, введение с указанием актуальности темы, целей и задач, характеристикой основных источников и научной литературы, определением методик и материала, использованных в ВКР; основную часть (которая может члениться на параграфы и главы), заключение, содержащее выводы и определяющее дальнейшие перспективы работы, библиографический список. Оформление ВКР должно соответствовать требованиям, устанавливаемым ГОСТ.

Выпускная квалификационная работа бакалавра определяет уровень профессиональной подготовки выпускника.

Выпускная квалификационная работа бакалавра – это самостоятельное научное исследование, содержащее анализ и систематизацию научных источников по избранной теме, систематизацию и обработку фактического материала, аргументированные обобщения и выводы. В ВКР должно проявиться знание автором основных методов исследования в изучаемой области механики, умение их применять, владение научным стилем речи. Такого рода работа является заявкой на продолжение научного исследования в магистратуре научного профиля.

Бакалавр должен:

- обнаруживать знание основных разделов механики;
- уметь корректно оперировать основными терминами и понятиями механики;
- владеть навыками математического моделирования задач механики;
- владеть основами библиографической грамотности;
- уметь доказательно, с опорой на предшествующую научную традицию, отстаивать собственную точку зрения относительно избранного для ВКР предмета специального исследовательского рассмотрения.

Самостоятельное научное исследование раскрывает определенную руководителем исследовательскую тему в области механики и математических методов.

Выпускная работа защищается в Государственной аттестационной комиссии. Требования к содержанию, структуре и процедуре защиты ВКР бакалавра определяются вузом на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников вузов, утвержденного Минобрнауки России, Федерального государственного образовательного стандарта по направлению 01.03.03 Механика и математическое моделирование и методических рекомендаций ФУМО по УГСН 01 Математика и механика.

Примерные темы выпускных квалификационных работ:

1. Временные характеристики динамической прочности некоторых природных материалов.

2. Твердость циркониевых стекол, полученных методом интенсивной пластической деформации кручением
3. Моделирование функционально-механического поведения сплавов с памятью формы на основе FeMn
4. Коэффициенты переноса в газе с внутренними степенями свободы: учет диаметра возбужденных молекул
5. Электромагнитные эффекты в динамике вращательного движения экранированного космического аппарата относительно центра масс

Государственный экзамен призван подтвердить готовность студента к выполнению задач профессиональной деятельности, обусловленных требованиями профессиональных стандартов, самостоятельно выбранных организацией из реестра профессиональных стандартов, размещённого в программно-аппаратном комплексе «Профессиональные стандарты» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации (profstandart.rosmintrud.ru), с учётом сведений о соотнесенных с ФГОС ВО профессиональных стандартах (при наличии), приведённых в приложении к примерной основной профессиональной образовательной программе.

Для проверки выполнения государственных требований к уровню и содержанию подготовки бакалавра может проводиться междисциплинарный экзамен по направлению 01.03.03 Механика и математическое моделирование.

Порядок проведения и программа государственного экзамена определяются вузом на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников вузов, утвержденного Минобрнауки России, Федерального государственного образовательного стандарта по направлению 01.03.03 Механика и математическое моделирование и методических рекомендаций ФУМО по УГСН 01 Математика и механика.

Цель итогового государственного экзамена в бакалавриате – проверка теоретической и практической подготовленности выпускника к осуществлению профессиональной деятельности по соответствующим профессиональным стандартам и возможному продолжению обучения в магистратуре. Экзамен

проводится Государственной аттестационной комиссией в сроки, предусмотренные рабочими учебными планами по направлению. Экзамен может проводиться в устной или смешанной (устно-письменной) форме.

Образовательная организация совместно с заказчиками кадров (работодателями, объединениями работодателей, советами по профессиональным квалификациям) определяют наиболее значимые для профессиональной деятельности результаты обучения из полного списка результатов обучения по образовательной программе в качестве необходимых для присвоения установленной квалификации (с учётом требований к профессиональной компетенции в соответствии с выбранными профессиональными стандартами и содержанием квалификационных испытаний (при наличии системы оценки профессиональной квалификации на входе в профессию)).

Примерные вопросы для государственного междисциплинарного экзамена:

1. Теория напряженного и деформируемого состояний. Тензоры деформации Грина и Альманси, тензоры напряжений Коши, Пиолы и Кирхгоффа.
2. Малые деформации и малые вращения. Обоснование линеаризации тензоров деформаций.
3. Потенциальная энергия деформации упругого тела. Закон Гука для изотропного и анизотропного тела. Тензор упругих постоянных.
4. Полная система уравнений теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Уравнения в перемещениях.
5. Плоские установившиеся движения газа. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера.
6. Приближенные методы решения плоских сверхзвуковых задач. Теория крыла в плоскопараллельном сверхзвуковом потоке.
7. Плоские потенциальные течения идеальной несжимаемой жидкости.
8. Формулы Чаплыгина-Блазиуса, теорема Жуковского, постулат Чаплыгина-Жуковского и определение циркуляции для контуров с одной острой кромкой.
9. Принципы построения гибких моделей динамических процессов.

10. Описание переходных процессов в рамках самосогласованной нелокально-гидродинамической теории переноса.

11. Интегральные соотношения и приближенные методы решения уравнений пограничного слоя.

12. Условия разрушения тел с трещинами. Устойчивая и неустойчивая трещина. Критический коэффициент интенсивности напряжений. Инвариантные интегралы. Учет пластической деформации в конце трещины. Характеристики раскрытия трещины.

13. Применение механики разрушения к задачам усталостного разрушения. Теория накопления повреждений. Разрушение в условиях ползучести.

Модель и форма проведения государственного экзамена определяется Ученым советом структурного подразделения вуза, где проводится экзамен.

Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП

Организация, реализующая образовательную программу, обязана ежегодно обновлять основные образовательные программы с учетом развития науки, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы.

При разработке программ бакалавриата должны быть определены возможности образовательной организации в развитии универсальных компетенций выпускников. Организация обязана сформировать социокультурную среду, создать условия, необходимые для социализации личности.

Организация обязана обеспечить обучающимся реальную возможность участвовать в формировании своей программы обучения, включая возможную разработку индивидуальных образовательных программ.

Организация обязана ознакомить обучающихся с их правами и обязанностями при формировании индивидуальной траектории обучения, разъяснить, что избранные обучающимися дисциплины (модули, курсы) становятся для них обязательными, а их суммарная трудоемкость не должна быть меньше, чем это предусмотрено учебным планом.

6.1. Рекомендации по разработке ОПОП в части кадровых условий

Разработка ОПОП в части кадровых условий регулируется ФГОС ВО.

6.2. Рекомендации по разработке раздела «Учебно-методическое обеспечение образовательной программы»

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Основная образовательная программа должна обеспечиваться учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам

(модулям) образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин (курсов, модулей) должно быть представлено в сети Интернет или локальной сети образовательного учреждения.

Каждому обучающемуся должен быть обеспечен доступ к комплектам библиотечного фонда или электронным базам периодических изданий, включая не менее чем из 5 наименований отечественных журналов и не менее 3 наименований ведущих зарубежных журналов, соответствующих профессиональному циклу.

Обучающимся должен быть обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению.

Рекомендации по применению образовательных технологий

Реализация современного подхода к обучению должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (семинаров в диалоговом режиме, дискуссий, компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, работы студенческих исследовательских групп) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Одной из основных активных форм обучения профессиональным компетенциям может являться научно-исследовательский семинар (спецсеминар), продолжающийся на регулярной основе, к работе которого могут привлекаться ведущие исследователи и специалисты-практики, и являющийся основой корректировки индивидуальных образовательных траекторий бакалавров.

В рамках учебных дисциплин могут быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) образовательной программы, особенностью контингента

обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 40 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 60 % аудиторных занятий. При этом предполагается, что такие занятия также должны в значительной степени носить интерактивный характер. В рабочие программы базовых дисциплин (модулей) должны быть включены задания, способствующие развитию компетенций профессиональной деятельности, к которой готовится выпускник, в объеме, позволяющем сформировать соответствующие универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

В образовательной организации должно быть предусмотрено применение инновационных технологий обучения, развивающих навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества, а также ответственность за принятые решения.

Требования к организации практик обучающихся

1. Практика является обязательным разделом основной образовательной программы бакалавриата. Она представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

2. При реализации образовательной программы по данному направлению подготовки предусматриваются следующие виды практик: научно-исследовательская и производственная.

3. Конкретные виды практик определяются направленностью (профилем) образовательной программы. Цели и задачи, программы и формы отчетности определяются по каждому виду практики.

4. Способы проведения практик: стационарная, выездная.

5. Практики могут проводиться в сторонних организациях (образовательных организациях, научно-производственных объединениях, научно-исследовательских организациях и др.) или на кафедрах и в лабораториях

образовательной организации высшего образования, обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Требования к организации научно-исследовательской работы обучающихся

1. Научно-исследовательская работа обучающихся является обязательным разделом программы бакалавриата и направлена на формирование универсальных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Могут предусматриваться следующие виды и этапы выполнения и контроля научно-исследовательской работы обучающихся:

- планирование научно-исследовательской работы, включающее ознакомление с тематикой исследовательских работ в данной области и выбор темы исследования, написание программы исследовательских намерений по избранной теме;
- проведение научно-исследовательской работы;
- корректировка плана проведения научно-исследовательской работы;
- составление отчета о научно-исследовательской работе;
- публичная защита выполненной работы.

2. Основной формой планирования и корректировки научно-исследовательской работы обучающихся является обоснование темы, составление программы исследования, обсуждение плана и промежуточных результатов исследования в рамках выполнения и защиты курсовой работы. В процессе выполнения научно-исследовательской работы и в ходе защиты должно проводиться ее обсуждение, позволяющее оценить уровень сформированных компетенций обучающихся.

Использование дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Регулируется ФГОС ВО.

6.3. Рекомендации по разработке раздела «Материально-техническое обеспечение образовательной программы»

Регулируется ФГОС ВО.

6.4. Рекомендации по разработке раздела «Примерные расчеты нормативных затрат оказания государственных услуг по реализации образовательной программы»

Регулируется ФГОС ВО.

РАЗДЕЛ 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ

№ п.п.	ФИО	Должность	Подпись
1.	Ворошилова Ю.Н.	Доцент кафедры гидроаэромеханики СПбГУ	
2.	Евард М.Е.	Доцент кафедры теории упругости СПбГУ	
3.	Кустова Е.В.	Профессор, зав. кафедрой гидроаэромеханики СПбГУ	
4.	Разов А. И.	Профессор кафедры теории упругости СПбГУ	

**Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным
государственным образовательным стандартом по направлению подготовки
01.03.03 Механика и математическое моделирование**

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	Профессиональный стандарт «Педагог», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный № 30550), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 декабря 2014 г. № 1115н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 февраля 2015 г., регистрационный № 36091) и от 5 августа 2016 г. № 422н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 августа 2016 г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 613н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный № 38994)
3.	01.004	Профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный № 38993)
40 Сквозные виды профессиональной деятельности		
4.	40.011	Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 г. № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный № 31692)
Научная и производственная сфера деятельности РАН		
5.		Профессиональный стандарт «Научный работник» находится в производстве

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программ бакалавриата по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование

Наименование ПК	Сопряжённый ПС	Выбранная ОТФ	ТФ, на подготовку выполнения которых направлена ПК	Конкретные ТД, на подготовку к выполнению которых направлена ПК
ПК-1: владение методами механического, физического и математического исследования при анализе проблем механики на основе знаний фундаментальных физико-математических дисциплин и компьютерных наук и навыками проблемно-задачной формы представления научных знаний	ПС «Научный работник» находится в производстве.	Проведение научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности	Проведение научных исследований в соответствующей области	Исследование свойств физических объектов, процессов и явлений для моделирования окружающей действительности, их использование в научной, учебной, производственной деятельности
	ПС 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы	Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	Проведение экспериментов в соответствии с установленными полномочиями. Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов. Внедрение результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями. Составление отчетов (разделов отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов.
ПК-2: умение извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, научных сайтов, реферативных журналов для применения в научной работе, а также публично представлять научные результаты	ПС «Научный работник» находится в производстве.	Проведение научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности	Участие в реализации научных проектов	Сбор, анализ, обобщение, систематизация и целенаправленная обработка научно-технической информации из различных источников в соответствующей области исследований.
	ПС 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы	Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Проведение маркетинговых исследований научно-технической информации. Сбор, обработка, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований.
ПК-3: владение навыками	ПС 01.001 Педагог	Педагогическая деятельность по	Общепедагогическая	Планирование и проведение учебных

преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средней школе, средних специальных учебных заведениях и заведениях дополнительного образования для детей и взрослых	(педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	функция. Обучение	занятий.
	ПС 01.003 Педагог дополнительного образования детей и взрослых	Преподавание по дополнительным общеобразовательным программам	Организация деятельности учащихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы	Организация, в том числе стимулирование и мотивация деятельности и общения учащихся на учебных занятиях.
	ПС 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»	Преподавание по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП), ориентированным на соответствующий уровень квалификации	Организация учебной деятельности обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и(или) ДПП	Проведение учебных занятий по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям) образовательной программы. Руководство учебно-профессиональной, проектной, исследовательской и иной деятельностью обучающихся по программам СПО и(или) ДПП, в том числе подготовкой выпускной квалификационной работы (если она предусмотрена)
			Педагогический контроль и оценка освоения образовательной программы профессионального обучения, СПО и(или) ДПП в процессе промежуточной и итоговой аттестации	Контроль и оценка результатов освоения учебного предмета, курса дисциплины (модуля) в процессе промежуточной аттестации (самостоятельно и(или) в составе комиссии).
ПК-4: умение ясно и понятно представлять научные знания с учетом уровня аудитории	ПС «Научный работник» находится в производстве	Проведение научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности	Участие в реализации научных проектов	Подготовка устных и письменных научных текстов в конкретной области механики, научных обзоров, участие в научных дискуссиях по тематике проводимых исследований
	ПС 01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании)	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального	Общепедагогическая функция. Обучение	Планирование и проведение учебных занятий.

	(воспитатель, учитель)	общего, основного общего, среднего общего образования		
	ПС 01.003 Педагог дополнительного образования детей и взрослых	Преподавание по дополнительным общеобразовательным программам	Организация деятельности учащихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы	Организация, в том числе стимулирование и мотивация деятельности и общения учащихся на учебных занятиях.
	ПС 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»	Преподавание по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП), ориентированным на соответствующий уровень квалификации	Организация учебной деятельности обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и(или) ДПП	Проведение учебных занятий по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям) образовательной программы. Руководство учебно-профессиональной, проектной, исследовательской и иной деятельностью обучающихся по программам СПО и(или) ДПП, в том числе подготовкой выпускной квалификационной работы (если она предусмотрена)
ПК-5: владение навыками самостоятельного анализа поставленной задачи, выбора корректного метода ее решения, построения алгоритма и его реализации	ПС «Научный работник» находится в производстве.	Проведение научно-исследовательской и научно-исследовательской деятельности	Участие в реализации научных проектов	Выбирать, анализировать и согласовывать с членами команды и руководством методы реализации заданий проекта
	ПС 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы	Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов.