

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

 Красильникова О.А.

«20» 05 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика сплошных сред»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Авиастроение»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат физико-математических наук

 Потянихин Д.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Кафедра «Авиастроение»

 Марьин С.Б.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Механика сплошных сред» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов» по специальности «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 32.002 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И КОНСТРУИРОВАНИЮ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.12.2014 года № 985н (рег. № 35471 от 29.12.2014 года).

Воспитательная работа реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Задачи дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование представления о роли механики сплошной среды в решении современных прикладных инженерных задач, о непосредственной связи дисциплины с математическим и вычислительным моделированием. 2. Формулировка основных гипотез и допущений феноменологического подхода к изучению механики сплошной среды. 3. Изучение методов построения общих уравнений и соотношений, моделирующих движение сплошной среды. 4. Овладение практическими навыками построения и упрощения уравнений и определяющих соотношений механики сплошной среды при решении прикладных инженерных задач. 5. Формирование умения выполнять анализ корректности постановок инженерных задач и обоснованно выбирать пути и разрабатывать алгоритмы их решения. 6. Приобретение навыков самостоятельного поиска и пополнения знаний в области механики деформируемых тел, жидкостей и газов.
Основные разделы/темы дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> Элементы тензорного исчисления Напряженное состояние твердого тела Кинематика деформируемых сред и анализ деформаций Законы сохранения Математические модели упругих сред Математические модели неупругих сред Математические модели жидкостей и газов в состоянии равновесия Математические модели вязких жидкостей и газов

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Механика сплошных сред» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Общепрофессиональные			
ОПК-2 Способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	Основные гипотезы и допущения механики сплошной среды; векторы и тензоры как инвариантные объекты, способы их преобразования; способы задания движения сплошной среды и основные кинематические соотношения; уравнения равновесия и движения сплошной среды; определяющие соотношения для деформируемых упругих тел, жидкости и газа; типы граничных и начальных условий для системы дифференциальных уравнений движения сплошной среды.	Выполнять операции над векторными и тензорными объектами; записывать основные уравнения механики сплошной среды в декартовых и криволинейных координатах; анализировать математическую постановку задачи и обоснованно выбирать путь её решения.	Математическая постановка, построение решения и анализ результатов решения прикладных инженерных задач с использованием методов механики сплошной среды; способность самостоятельно пополнять знания в области механики деформируемого твердого тела, жидкости и газа.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика сплошных сред» изучается на 4 курсе, 8 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Введение в профессиональную деятельность», «Технология конструкционных материалов», «Материаловедение», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Управление инновационными проектами», «Электротехника и электроника», «Уравнения математической физики», «Вычислительная механика», «Уравнения математической физики», «Теория упругости, пластичности и ползучести», «Вычислительная механика», «Строительная механика самолётов», «Конструкция самолётов и вертолетов», «Аэродинамика самолётов», «Прочность авиационных конструкций», «Конструирование деталей и узлов агрегатов самолетов», «Аналитическая механика и теория колебаний», «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Механика сплошных сред», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Авиационные двигатели», «Проектирование самолётов», «Применение пакетов прикладных программ в механике конструкций», «Проектирование и производство изделий из композиционных материалов», «Беспилотные летательные аппараты».

Дисциплина «Механика сплошных сред» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка осуществляется путем проведения практических занятий.

Дисциплина «Механика сплошных сред» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	48
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32 (в т. ч. 16 в форме практической подготовки)
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	96
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<p>Элементы тензорного исчисления <i>Сущность индексных обозначений. Соглашение о суммировании. Дельта Кронекера и символ Леви-Чивиты. Векторная алгебра в индексных обозначениях. Понятие тензора. Симметричные тензоры второго ранга. Тензорные поля. Дифференцирование скаляров, векторов и тензоров. Теорема Остроградского–Гаусса.</i></p>	2	4	-	12
<p>Напряженное состояние твердого тела <i>Тензор напряжений. Напряжения на произвольно ориентированной площадке. Главные нормальные напряжения. Эллипсоид напряжений. Инварианты тензора напряжений. Наибольшие касательные напряжения. Октаэдрические напряжения и интенсивности напряжений. Сферический тензор и тензор-девиатор напряжений. Тензорные обозначения.</i></p>	2	4	-	12

<p>Кинематика деформируемых сред и анализ деформаций <i>Задание движения деформируемой среды. Скорости и ускорения точек среды. Переход от лагранжева описания к эйлерову и от эйлерова описания к лагранжеву. Траектории. Линии тока. Установившееся движение. Тензор дисторсии. Метрический тензор. Тензор деформаций Грина. Тензор деформаций Альманси. Масса и плотность. Изменение объема тела. Тензор скоростей деформаций Эйлера. Малые деформации. Уравнения совместности малых деформаций.</i></p>	2	4	-	12
<p>Законы сохранения <i>Закон сохранения массы в интегральной и дифференциальной форме. Закон сохранения импульса в интегральной и дифференциальной форме. Закон сохранения момента импульса в интегральной и дифференциальной форме. Закон сохранения энергии в интегральной и дифференциальной форме. Энтропия. Второй закон термодинамики.</i></p>	2	4	-	12
<p>Математические модели упругих сред <i>Обобщенный закон Гука. Функция энергии деформации. Изотропные и анизотропные среды. Упругие постоянные. Постановка статических и динамических задач теории упругости. Плоское напряженное состояние и плоская деформация. Уравнения равновесия в полярных координатах. Гиперупругость. Линейная термоупругость.</i></p>	2	4*	-	12
<p>Математические модели неупругих сред <i>Идеализированные диаграммы пластического поведения материалов. Условия пластичности. Критерии Губера – Мизеса и Треска – Сен-Венана. Пространство главных напряжений. Изотропное и кинематическое упрочнение. Работа на пластических деформациях.</i></p>	2	4*	-	12

Математические модели жидкостей и газов в состоянии равновесия <i>Условия равновесия. Закон Паскаля. Распределение давлений в жидкости во внешнем поле. Жидкость в поле силы тяжести и в неинерциальных системах отсчета. Плавание тел. Закон Архимеда. Равновесие сжимаемой жидкости. Атмосфера в поле силы тяжести. Воздухоплавание.</i>	2	4*	-	12
Математические модели вязких жидкостей и газов <i>Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Число Рейнольдса. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течение. Турбулентность атмосферы.</i>	2	4*	-	12
ИТОГО по дисциплине	16	32	-	96

* реализуется в форме практической подготовки

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	32
Подготовка к занятиям семинарского типа	48
Подготовка и оформление расчетно-графической работы	16
ИТОГО	96

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

- 1 Дроздова, Ю. А. Механика сплошных сред. Теория и задачи / Ю. А. Дроздова, М. Э. Эглит – Москва: Центр-ЛитНефтеГаз, 2010. – 288 с.
- 2 Ильюшин, А. А. Механика сплошной среды / А. А. Ильюшин. – Москва: Изд-во Московского университета, 1990. – 312 с.
- 3 Коренев, Г. В. Тензорное исчисление: учеб. пособие для вузов / Г. В. Коренев – Москва: Изд-во МФТИ, 2000. – 240 с.
- 4 Мейз, Дж. Теория и задачи механики сплошных сред / Дж. Мейз. – 3-е изд. – Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 320 с.
- 5 Эглит, М. Э. Лекции по основам механики сплошных сред / М. Э. Эглит. – 3-е изд. – Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 208 с.

8.2 Дополнительная литература

- 1 Амензаде, А. Ю. Теория упругости / А. Ю. Амензаде. – Москва: Высшая школа, 1976. – 272 с.
- 2 Боли, Б. Теория температурных напряжений / Б. Боли, Дж. Уэйнер. – Москва: Мир, 1964. – 512 с.
- 3 Казакевич, Г. С. Теория упругости и пластичности / Г. С. Казакевич, А. И. Рудской. – Санкт-Петербург.: Изд-во СПбГПУ, 2003. – 264 с.
- 4 Качанов, Л. М. Основы теории пластичности. Лекции по основам механики сплошных сред / Л. М. Качанов. – 2-е изд. – Москва: Наука, 1969. – 420 с.
- 5 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 3-е изд., испр. – Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 736 с.
- 6 Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вузов / Л. Г. Лойцянский – 7-е изд., испр. – Москва: Дрофа, 2003. – 840 с.
- 7 Механика сплошных сред в задачах / Под ред. М. Э. Эглит. – Москва: Изд-во Московский лицей, 1996. Т.1 – 396 с. Т.2 – 396 с.
- 8 Новацкий, В. Теория упругости / В. Новацкий. – Москва: Мир, 1975. – 872 с.
- 9 Седов, Л. И. Механика сплошной среды / Л. И. Седов. – Москва: Лань, 2004. Т.1 – 528 с. Т.2 – 560 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

- 1 Механика сплошных сред: учеб. Пособие / сост. Б. Н. Марьин, С. И. Феоктистов, О. А. Грачева. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2011. – 194с.
- 2 Потянихин, Д. А. Математическое моделирование: учебное пособие в 2 частях. Часть 2. Введение в механику сплошных сред / Д. А. Потянихин. – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПУ, 2015. – 148 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- 1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г. (с 17 апреля 2021 г. по 16 апреля 2022 г.).

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г. (с 27 марта 2021 г. по 27 марта 2022 г.).

3 Образовательная платформа "Юрайт". Договор № ЕП44/2 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010001 6311 244 от 02 февраля 2021 г. (с 07 февраля 2021 г. по 07 февраля 2022 г.).

4 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44/3 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 211 272 7000769 270 301 001 0010 002 6311 244 от 04 февраля 2021 г. (с 04 февраля 2021 г. по 04 февраля 2030 г.).

5 Справочная правовая система Консультант Плюс. Договор № 45 от 17 мая 2017 (бессрочный).

6 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

7 Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

8 Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Национальная платформа открытого образования. <https://openedu.ru/>

2 Репозиторий Самарского университета: коллекция «Авиация»
<http://repo.ssau.ru/handle/Aviaciya/396>

3 Международный научно-образовательный сайт EqWorld (Мир математических уравнений) <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

8.6 Лицензионное программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html
MathcadEducation	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически-

ми) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень учебного и лабораторного оборудования

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Ауд. 227 /3	Лекционная аудитория ФАМТ	Мультимедийное оборудование
Ауд. 225 /3	Компьютерный класс кафедры АС	Мультимедийное оборудование, ПЭВМ

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия. Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

- 1 Элементы тензорного исчисления
- 2 Напряженное состояние твердого тела
- 3 Кинематика деформируемых сред и анализ деформаций
- 4 Законы сохранения
- 5 Математические модели упругих сред
- 6 Математические модели неупругих сред
- 7 Математические модели жидкостей и газов в состоянии равновесия
- 8 Математические модели вязких жидкостей и газов

Практические занятия. Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер).

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 225/3).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Механика сплошных сред»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Авиастроение»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Общепрофессиональные			
ОПК-2 Способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	Основные гипотезы и допущения механики сплошной среды; векторы и тензоры как инвариантные объекты, способы их преобразования; способы задания движения сплошной среды и основные кинематические соотношения; уравнения равновесия и движения сплошной среды; определяющие соотношения для деформируемых упругих тел, жидкости и газа; типы граничных и начальных условий для системы дифференциальных уравнений движения сплошной среды.	Выполнять операции над векторными и тензорными объектами; записывать основные уравнения механики сплошной среды в декартовых и криволинейных координатах; анализировать математическую постановку задачи и обоснованно выбирать путь её решения.	Математическая постановка, построение решения и анализ результатов решения прикладных инженерных задач с использованием методов механики сплошной среды; способность самостоятельно пополнять знания в области механики деформируемого твердого тела, жидкости и газа.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Элементы тензорного исчисления	ОПК-2	Тест №1, Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий
Напряженное состояние твердого тела	ОПК-2	Тест №1, Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий
Кинематика деформируемых сред и анализ деформаций	ОПК-2	Тест №1, Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий
Законы сохранения	ОПК-2	Тест №1, Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий
Математические модели упругих сред	ОПК-2	Тест №2, Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий

Математические модели неупругих сред	ОПК-2	Тест №2, Расчетно- графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий
Математические модели жидкостей и газов в состоянии равновесия	ОПК-2	Тест №2, Расчетно- графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий
Математические модели вязких жидкостей и газов	ОПК-2	Тест №2, Расчетно- графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
8 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Тест №1	8 неделя	5 баллов	<i>5 баллов – студент правильно выполнил задание теста, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент выполнил задание теста с незначительными недочетами, показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала.</i>
Тест №2	16 неделя	5 баллов	<i>3 балла – студент выполнил задание теста не полностью либо с существенными недочетами, показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент не выполнил задание теста либо выполнил неверно.</i>

Расчетно-графическая работа (10 задач)	В течение семестра	10×1 балл	1 балла – Студент решил задачу правильно и в полном объеме. 0 баллов - Студент не решил задачу в полном объеме, или студент при защите РГР не смог объяснить ход решения задачи и не понимает смысла написанного.
ИТОГО:		20 баллов	

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);

65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);

75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);

85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Тесты

Тест №1 (типовой вариант)

Задача 1. Даны векторы \vec{c} и \vec{d} в базисе $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ системы координат x :

$$\vec{c} = -\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3, \quad \vec{d} = \vec{e}_1 - \vec{e}_3$$

Вычислить:

- скалярное произведение $(\vec{c} \cdot \vec{d})$;
- косинус угла между \vec{c} и \vec{d} ;
- компоненты вектора $\vec{b} = 3\vec{c} + \vec{d}$;
- компоненты векторного произведения $[\vec{c} \times \vec{d}]$;
- компоненту c'_1 вектора \vec{c} в системе x'_i , если

$$x'_1 = \frac{1}{2}x_1 - \frac{\sqrt{3}}{2}x_2, \quad x'_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}x_1 + \frac{1}{2}x_2, \quad x'_3 = x_3.$$

Задача 2. Функция $T(x_1, x_2, x_3)$ имеет вид $T = 5x_1^2t + 2x_2 + 10x_3t^2$ (t – время).

- найти компоненты вектора $\text{grad}T$.
- вычислить производную T по направлению, задаваемому вектором \vec{n} с компонентами $\{1/\sqrt{10}, 3/\sqrt{10}, 0\}$, то есть величину $\partial T / \partial n$.
- вычислить $\text{div}(\text{grad}T)$.

Задача 3. Матрица компонент σ_{ij} тензора напряжений такова:

$$\begin{pmatrix} 3 & 0 & -1 \\ 0 & 3 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

а) Найти компоненты вектора напряжений \vec{p}_v на площадке с нормалью

$$\vec{v} = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \frac{\sqrt{2}}{2}\vec{e}_3.$$

Вычислить:

б) модуль вектора \vec{p}_v ;

в) σ_v – проекцию вектора \vec{p}_v на нормаль \vec{v} ;

г) τ_v – величину проекции вектора \vec{p}_v на плоскость площадки (то есть касательной составляющей вектора напряжений);

д) угол θ между вектором \vec{p}_v и нормалью к площадке.

Задача 4. Движение среды происходит по закону

$$x_1 = \xi_1, \quad x_2 = \xi_2 \left(1 + 2\frac{t}{\tau}\right), \quad x_3 = \xi_3, \quad \tau = \text{const}, \quad \tau > 0.$$

а) Найти поля скорости и ускорения в лагранжевом описании.

б) Где находится в момент $t = 2\tau$ частица, которая в момент $t = \tau$ находилась в точке пространства с координатами $(0, 1, 0)$?

в) Почему такое движение есть однородное одноосное растяжение вдоль оси x_2 ?

г) Найти поле скорости в эйлеровом описании.

д) Является ли это движение установившимся?

е) Вычислить ускорение, используя выражения для компонент скорости в эйлеровом описании, полученного в п. (г).

Задача 5. Показать, что поле скоростей $v_1 = Ax_i / r^3$, где $x_i x_i = r^2$ и $A = \text{const}$, удовлетворяет уравнению неразрывности.

Тест №2 (типовой вариант)

Задача 1. Компоненты тензора напряжений в некоторой точке линейно-упругой среды равны $\sigma_{11} = \sigma_{33} = 10^6$ Па, $\sigma_{23} = \sigma_{32} = 10^5$ Па, остальные $\sigma_{ij} = 0$. Модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^6$ кГ/см², коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$. Температура при деформации не менялась.

а) Вычислить компоненты тензора деформаций.

б) Чему равно относительное изменение объема малой частицы, расположенной в этой точке?

в) Чему равно относительное удлинение материального отрезка из малой окрестности рассматриваемой точки, который до деформации был параллелен оси x_3 ?

Задача 2. В экспериментах со стальным образцом обнаружено, что предел текучести при чистом сдвиге равен 230 МПа. Найти предел текучести при одноосном растяжении, считая, что материал подчиняется: а) критерию текучести Треска; б) критерию текучести Мизеса.

Задача 3. Найти распределение давления в покоящейся тяжелой несжимаемой однородной жидкости, занимающей область $0 \leq z \leq h$, на свободной поверхности $z = 0$ которой действует атмосферное давление p_0 . Изобразить это распределение графически.

Задача 4. В двумерном течении, параллельном плоскости x_1x_2 , компонента скорости $v_3 = 0$ и $\partial/\partial x_3 = 0$. Написать для такого случая: а) уравнение Навье-Стокса; б) уравнение неразрывности несжимаемой жидкости.

Расчетно-графическая работа (типовой вариант)

Расчетно-графическая работа подлежит защите. На защите студент должен продемонстрировать умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.

Задача 1. Компоненты векторов $\vec{\omega}$ и \vec{v} в системе координат x_i следующие:

$$\vec{v} = \{-7\sqrt{3}, 0, 5\}, \quad \vec{\omega} = \{2, 5, 0\}.$$

Вычислить:

а) компоненты вектора \vec{u} , если $\vec{u} = \vec{v} + \sqrt{3} \cdot \vec{\omega}$;

б) скалярное произведение $(\vec{v} \cdot \vec{\omega})$;

в) величину v_n проекции вектора \vec{v} на направление вектора \vec{n} , если $\vec{n} = \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \frac{\sqrt{3}}{2}\vec{e}_3$;

г) компоненты векторного произведения $[\vec{v} \times \vec{\omega}]$;

д) сумму $v_i \delta_{i3}$ (δ_{ij} – символ Кронекера);

е) сумму $v_i \omega_j \delta_{ij}$;

ж) компоненту v'_1 вектора \vec{v} в системе x'_i , если $x'_1 = \frac{1}{2}x_1 - \frac{\sqrt{3}}{2}x_3$, $x'_2 = x_2$, $x'_3 = \frac{\sqrt{3}}{2}x_1 + \frac{1}{2}x_3$.

Запишите матрицу перехода A .

Задача 2. Функция $\varphi(x, y)$ имеет вид $\varphi = \lambda \sin x + 2y$ ($\lambda = \text{const}$).

а) Найти компоненты вектора $\text{grad}\varphi$.

б) Найти проекцию вектора $\text{grad}\varphi$ на направление, задаваемое вектором \vec{n} с компонентами $\{-3/5, 0, -4/5\}$.

в) Вычислить $\text{div}(\text{grad}\varphi)$.

г) вычислить оператора Лапласа от φ .

Задача 3. В точке P тензор напряжений

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 7 & -5 & 0 \\ -5 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Определить вектор напряжения на площадке, проходящей через точку P параллельно плоскости $3x_1 + 6x_2 + 2x_3 = 12$.

Задача 4. В результате перемещения частицы среды с координатами (ξ_1, ξ_2, ξ_3) оказались в точках с координатами $x_1 = \xi_1 + a\xi_1$, $x_2 = \xi_2$, $x_3 = \xi_3$, $a = \text{const}$ простран-

ственной декартовой системы координат (x_1, x_2, x_3) . Такая деформация называется однородным *одноосным растяжением* в направлении оси x_1 .

а) Что произошло в результате деформации с материальными элементами, первоначально расположенными параллельно и перпендикулярно координатной оси x_1 при $a > 0$ и $-1 < a < 0$?

б) Найти поле перемещения в лагранжевом и в эйлеровом описании и вычислить компоненты тензоров деформаций Грина и Альманси.

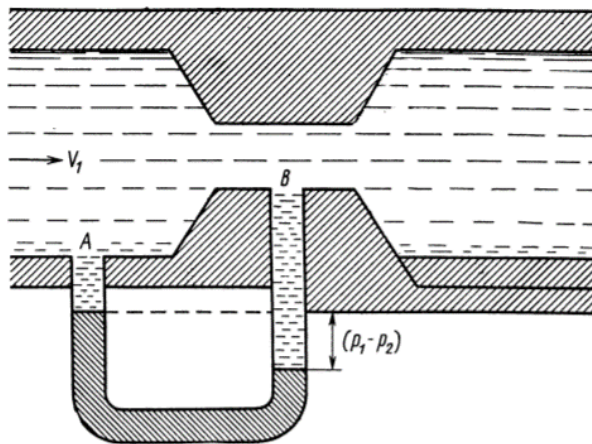
Задача 5. Пусть в декартовой системе координат x, y, z тензор напряжений имеет единственную ненулевую компоненту $\sigma_x = -\rho g x + \varphi(y, z)$, $\rho = \text{const}$, $g = \text{const}$. Найти массовые силы, если известно, что среда находится в равновесии.

Задача 6. Найти деформации, вызванные напряжениями

$$\Sigma = \begin{pmatrix} x_1^2 - 3x_2^2 & -2x_1x_2 & 0 \\ -2x_1x_2 & x_1^2 + x_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & 2\nu(x_1^2 - x_2^2) \end{pmatrix}.$$

Задача 7. Найти приращение работы на пластических деформациях dW^P и приращение эквивалентной пластической деформации $d\varepsilon_{\text{экр}}^P$ для двусосного напряженного состояния $\sigma_{11} = -\sigma_T / \sqrt{3}$, $\sigma_{33} = \sigma_T / \sqrt{3}$, $\sigma_{12} = \sigma_{13} = \sigma_{22} = \sigma_{23} = 0$, если пластическая деформация происходит так, что $d\varepsilon_I^P = C$, где C – некоторая постоянная.

Задача 8. С трубкой переменного сечения соединяется манометр U-образной формы, содержащий ртуть (трубка Вентури). Разность уровней в манометре измеряет разность давлений ($p_1 - p_2$) в точках А и В. Определить скорость v_1 течения несжимаемой жидкости, протекающей через трубку, зная разность давлений ($p_1 - p_2$) и поперечные сечения S_1 , S_2 трубки у точек А и В.



Задача 9. Найти распределение давления и плотности в политропной атмосфере, для которой давление p и плотность ρ связаны соотношением $p = p_0 (\rho / \rho_0)^\gamma$, $\gamma > 1$. Определить высоту атмосферы.

Задача 10. Объем V идеальной несжимаемой однородной жидкости находится в равновесии под действием массовых сил, направленных к неподвижному центру и пропорциональных расстоянию от этого центра. Определить форму свободной поверхности жидкости и давление в центре.

