

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.
«15» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вычислительная механика»

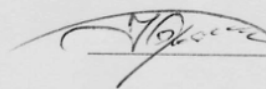
Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт	Кафедра «Авиастроение»

Разработчик рабочей программы:

Профессор, Доцент, Доктор физико-математических наук



Бормотин К.С

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Кафедра «Авиастроение»



Марьин С.Б.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Вычислительная механика» 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».

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> • Рассмотреть численные методы и основы технологии конечно-элементного анализа; • Рассмотреть возможностями современных конечно-элементных программных комплексов для решения задач механики; • формирование умения и навыков использования конечно-элементных программных комплексов для проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций.
Основные разделы / темы дисциплины	<p>Раздел 1. Основные положения метода конечных элементов: Тема 1. Конечные элементы упругой среды, Тема 2. Обобщение понятия конечных элементов, Тема 3. Расчет МКЭ пространственной стержневой конструкции.</p> <p>Раздел 2. Метод конечных элементов в плоском напряженном и плоском деформированном состоянии: Тема 1. Треугольные конечные элементы, Тема 2. Матрица жесткости. Объемные силы, Тема 3. Расчет МКЭ плоской задачи теории упругости.</p> <p>Раздел 3. Метод конечных элементов для трехмерных конструкций: Тема 1. Исследование трехмерного напряженного состояния, Тема 2. Расчет МКЭ объемной задачи теории упругости.</p> <p>Раздел 4. Функции формы элемента. Численное интегрирование: Тема 1. Прямоугольные элементы, Тема 2. Семейство треугольных элементов, Тема 3. Вычисление матриц элемента в криволинейных координатах, Тема 4. Метод ISO MESH для построения сетки конечных элементов.</p>

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

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

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Общепрофессиональные			

ОПК-2 способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	ОПК-2.1 Основы численных методов	ОПК-2.2 Использовать программные комплексы, реализующие численные метод.	ОПК-2.3 навыками работы с программными комплексами для численных решений задач механики.
Профессиональные			
ПК-14 готовностью к участию в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	ПК-14.1 Основные соотношения метода конечных элементов, используемые для решения задач механики деформируемого твердого тела.	ПК-14.2 Использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость.	ПК-14.3 Навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (САЕ-системами).
Профессионально-специализированные			
ПСК-4.1 способностью и готовностью участвовать в разработке проектов летательных аппаратов различной конструкции	ПСК-4.1.1 Знать теоретические основы современных численных методов	ПСК-4.1.2 Уметь выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа	ПСК-4.1.3 Владеть навыками выполнения научных и расчетных исследований проблем статики разнообразных элементов конструкций с помощью компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вычислительная механика» изучается на 4 курсе, 7 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: «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Управление инновационными проектами», «Электротехника и электроника», «Материаловедение», «Уравнения математической физики», «Введение в профессиональную деятельность», «Теория упругости, пластичности и ползучести», «Строительная механика самолётов», «Конструкция самолётов и вертолетов», «Аэродинамика самолётов», «Прочность авиационных конструкций», «Аналитическая механика и теория колебаний», «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)», «Инженерный анализ в САЕ-системах».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Вычислительная механика», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Механика сплошных сред», «Системы и оборудование самолетов», «Авиационные двигатели»,

«Проектирование самолётов», «Применение пакетов прикладных программ в механике конструкций», «Проектирование и производство изделий из композиционных материалов», «Беспилотные летательные аппараты», «Производственная практика (конструкторская практика)», «Координатные измерительные системы», «Автоматизированные системы измерения», «Преддипломная практика».

Дисциплина «Вычислительная механика» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения практических работ.

Дисциплина «Вычислительная механика» 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 3 з.е., 108 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	108
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), в том числе в форме практической подготовки	32 32
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	60
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачёт	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	
Раздел 1. Основные положения метода конечных элементов.				
Тема 1. Конечные элементы упругой среды. <i>Свойства конечных элементов. Метод перемещений. Эквивалентные узловые силы. Метод перемещений как минимизация полной потенциальной энергии.</i>	3			3
Тема 2. Обобщение понятия конечных элементов. <i>Вариационные задачи. Критерии сходимости. Неузловые параметры. Метод Галеркина.</i>	2			3
Тема 3. Расчет МКЭ пространственной стержневой конструкции.		6*		
Раздел 2. Метод конечных элементов в плоском напряженном и плоском деформированном состоянии.				
Тема 1. Треугольные конечные элементы. <i>Функции перемещений. Матрица деформаций. Начальная деформация.</i>	1			3
Тема 2. Матрица жесткости. Объемные силы. <i>Матрица упругости для плоского напряженного состояния и для плоского деформированного состояния в изотропном материале. Анизотропные материалы. Матрица жесткости. Узловые силы.</i>	2			3
Тема 3. Расчет МКЭ плоской задачи теории упругости.		8*		10
Раздел 3. Метод конечных элементов для трехмерных конструкций.				

Тема 1. Исследование трехмерного напряженного состояния. <i>Функции перемещений. Матрица деформаций. Матрица упругости. Матрица жесткости, напряжений и нагрузок.</i>	2			3
Тема 2. Расчет МКЭ объемной задачи теории упругости.		10*		10
Раздел 4. Функции формы элемента. Численное интегрирование.				
Тема 1. Прямоугольные элементы. <i>Лагранжево и Сирендипово семейство. Прямоугольные призмы.</i>	2			5
Тема 2. Семейство треугольных элементов. <i>L-координаты. Функции формы. Тетраэдральные элементы.</i>	2			5
Тема 3. Вычисление матриц элемента в криволинейных координатах. <i>Геометрическое соответствие элементов. Условие непрерывности неизвестной функции. Вычисление матриц элемента. Квадратура Ньютона-Котеса, Гаусса.</i>	2			5
Тема 4. Метод ISO MESH для построения сетки конечных элементов.		8*		10
ИТОГО по дисциплине	16	32		60

* 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	30
Выполнение и подготовка к защите контр.раб.	30
Итого	60

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. Бормотин, К.С. Анализ напряжённо-деформированного состояния в системе MSC.NASTRAN & MSC.PATRAN : учеб. пособие / К. С. Бормотин, А. И. Олейников. - Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2009. - 135с.
2. Методические указания к выполнению РГЗ и курсовых работ по теории пластичности и ползучести в системе MSC.PATRAN & MSC.MARC / сост.: К.С. Бормотин, А.И. Олейников. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КнАГТУ», 2009.
3. Присекин, В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс] : учебник / Присекин В.Л., Расторгуев Г.И. - Новосибир.: НГТУ, 2010. - 238 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
4. Прокопьев В.И. Вычислительная механика. Часть 1. Статика стержневых структур [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Прокопьев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017. — 67 с. // IPRbooks : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63071.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1. Серпик, И.Н. Метод конечных элементов в решении задач механики несущих систем : учебное пособие для вузов / И. Н. Серпик. - М.: Изд-во АСВ, 2015. - 200с.
2. Белоцерковский, О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред / О. М. Белоцерковский. - М.: Наука, 1984. - 520с.
3. Трушин, С.И. Метод конечных элементов. Теория и задачи : учебное пособие / С. И. Трушин. - М.: Изд-во АСВ, 2008. - 256с.
4. Введение в численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 368 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
5. Колдаев, В. Д. Численные методы и программирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Д. Колдаев ; под ред. проф. Л.Г. Гагариной. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 336 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
6. Численные методы. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 512 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Обучение дисциплине «Вычислительная механика» предполагает изучение курса как на аудиторных занятиях, так и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических работ (компьютерных практикумов).

Для успешного выполнения практических и самостоятельной работ учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение

1. Олейников, А.И. Анализ напряженно-деформированного состояния в системе MSC.Nastran&MSC.Patran / А.И. Олейников, К.С. Бормотин. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн.ун-та, 2009. - 135 с.
2. Бормотин, К. С. Расчет технологических параметров в интегрируемом комплексе программ / К. С. Бормотин, А.И. Олейников – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2014. – 64 с.
3. Методические указания к выполнению РГЗ и курсовых работ по теории пластичности и ползучести в системе MSC.PATRAN & MSC.MARC / сост.: К.С. Бормотин, А.И. Олейников. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КнАГТУ», 2009.

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

Освоение дисциплины «Вычислительная механика» основывается на активном использовании Microsoft Office, Patran, Natran, Marc в процессе изучения теоретических разделов дисциплины, подготовки к практическим занятиям, а также при выполнении контрольной работы. С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий и контрольной работы. Для ознакомления с расчетными методами используются САЕ-системы Patran, Natran, Marc.

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

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
University MD FEA Bundle (Natran, Patran, Marc)	Лицензионное свидетельство ЕС 4681 от 01.09.2002 г.
OnlyOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.onlyoffice.com/ru/download-desktop.aspx

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 моду-

лей, 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 (практическими) 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 оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование

Ауд. 225 3 корпус	Мультимедийный класс	Экран, мультимедиа проектор, персональные компьютеры
-------------------	----------------------	--

При реализации дисциплины «Вычислительная механика» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартное или специализированное оборудование, обеспечивающее выполнение заданий	Назначение оборудования
Экран, мультимедиа проектор, персональные компьютеры	Проведение компьютерных практикумов

10.2 Технические и электронные средства обучения

Процесс обучения сопровождается использованием компьютерных программ: University MD FEA Bundle, OnlyOffice.

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. N 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

«Вычислительная механика»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт	Кафедра «Авиастроение»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Общепрофессиональные			
ОПК-2 способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	ОПК-2.1 Основы численных методов	ОПК-2.2 Использовать программные комплексы, реализующие численные методы.	ОПК-2.3 навыками работы с программными комплексами для численных решений задач механики.
Профессиональные			
ПК-14 готовностью к участию в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	ПК-14.1 Основные соотношения метода конечных элементов, используемые для решения задач механики деформируемого твердого тела.	ПК-14.2 Использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость.	ПК-14.3 Навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами).
Профессионально-специализированные			
ПСК-4.1 способностью и готовностью участвовать в разработке проектов летательных аппаратов различной конструкции	ПСК-4.1.1 Знать теоретические основы современных численных методов	ПСК-4.1.2 Уметь выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа	ПСК-4.1.3 Владеть навыками выполнения научных и расчетных исследований проблем статики разнообразных элементов конструкций с помощью компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1. Основные положения метода конечных элементов.	ОПК-2	Практическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий. Демонстрирует практическое

			использование математических методов.
Раздел 2. Метод конечных элементов в плоском напряженном и плоском деформированном состоянии.	ПК-14, ПСК-4.1	Практическая работа, Контрольная работа	Полнота и правильность выполнения заданий. Демонстрирует практическое использование математических методов. Качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации); достаточность пояснений.
Раздел 3. Метод конечных элементов для трехмерных конструкций.	ПК-14, ПСК-4.1	Практическая работа, Контрольная работа	Полнота и правильность выполнения заданий. Демонстрирует практическое использование математических методов. Качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации); достаточность пояснений.
Раздел 4. Функции формы элемента. Численное интегрирование.	ПК-14, ПСК-4.1	Практическая работа, Контрольная работа	Полнота и правильность выполнения заданий. Демонстрирует практическое использование математических методов. Качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации); достаточность пояснений.

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
7 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет»			
Практическая работа	В течение семестра	10 баллов	<p>10 баллов – студент правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>7 баллов – студент выполнил практические задания с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>3 балла – студент выполнил практические задания с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов – при выполнении практических заданий студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>
Контрольная работа	В течение семестра	10 баллов	<p>10 баллов – студент правильно выполнил задания. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>7 баллов – студент выполнил задания с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>3 балла – студент выполнил задания с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов – при выполнении заданий</p>

			студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
ИТОГО:		20 баллов	
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов			

2.1. Задания для текущего контроля успеваемости

Практическая работа

Примеры заданий

Параметры задач выдаются преподавателем по вариантам.

Задание 1. (Реализуется в форме практической подготовки). Дана пространственная стержневая конструкция. Провести анализ напряженно-деформированного состояния.

Задание 2. (Реализуется в форме практической подготовки). Дана упругая пластинка с размерами, к которой приложены нагрузки. Провести анализ напряженно-деформированного состояния.

Задание 3. (Реализуется в форме практической подготовки). Дана трехмерная модель конструкции с размерами, к которой приложены нагрузки. Провести анализ напряженно-деформированного состояния.

Задание 4. Дана двухмерная модель конструкции с размерами, к которой приложены нагрузки. Построить сетку конечных элементов разными методами и провести анализ напряженно-деформированного состояния.

Задание для контрольной работы

Анализ 3D-конструкции при деформировании. Использовать метод ISO MESH для построения сетки конечных элементов. Варианты конструкций, их размеры, свойства материала даны в учебно-методической литературе:

Олейников, А.И. Анализ напряженно-деформированного состояния в системе MSC.Nastran&MSC.Patran / А.И. Олейников, К.С. Бормотин. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн.ун-та, 2009. - 135 с.

