

1. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Компьютерное моделирование с применением МКЭ» являются:

- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;
- формирование профессиональных знаний и умений по данному направлению;
- освоение теоретической базы одного из самых распространённых методов численного анализа - метода конечных элементов (МКЭ).

К **основным задачам** освоения дисциплины «Компьютерное моделирование с применением МКЭ» относятся:

- получение практических навыков постановки виртуального эксперимента с применением САЕ-системы;
- получение теоретических знаний о решении задач упругости, пластичности и теплопроводности с применением САЕ-системы.
- практическое освоение методик проведения испытаний на растяжение, сжатие, изгиб и кручение с применением МКЭ в системе Abaqus.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Компьютерное моделирование с применением МКЭ» относится к Блоку «Факультативные дисциплины» и дополняет основную образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль «Аддитивные технологии» очной формы обучения.

Дисциплина «Компьютерное моделирование с применением МКЭ» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

В базовой части блока (Б1.1):

- Математика;
- Реология и механика металлов и композиционных материалов;
- Применение САЕ-программ для расчета прочности изделий;
- Прикладная ТММ с применением САЕ-программ.

В вариативной части блока (Б1.2):

- Основы материаловедения металлов и пластмасс;

В дисциплинах по выбору (Б1.3):

- Основы R&D деятельности/ Основы научных исследований.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-10	Способность спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и использовать её.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способы математического описания деформирования (упругого и пластического) металлов и неметаллов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выбирать из предложенной базы данных наиболее оптимальную модель рассчитываемой среды. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на задание свойств рассчитываемого объекта.
ПК-14	Способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы МКЭ для выбора оптимального способа постановки задачи <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выбирать из предложенного инструментария программ, основанных на МКЭ оптимальные способы расчёта конкретной задачи (граничные условия, тип сетки и т.д.). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на постановку задачи и выбора методов расчёта.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Компьютерное моделирование с применением МКЭ» составляет 1 зачетных единицы, т.е. 36 академических часов (из них 18 часов - самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на третьем курсе в 6 семестре, в том числе аудиторных занятий – 18 часов, из них лабораторные занятия – 10 часов; семинары и практические занятия – 8 часов.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Компьютерное моделирование с применением МКЭ» по срокам и видам работы изложены в Приложении 1 к рабочей программе.

Содержание разделов дисциплины

Уравнения равновесия. Условие пластичности. Уравнение теплопроводности. Трение. Граничные условия. Постановка задачи в перемещениях и система разрешающих уравнений. Постановка задачи в скоростях и система разрешающих уравнений.

Основные положения МКЭ. Типы элементов. Функции формы. Аппроксимация полей внутри элемента. Ассамблирование конечных элементов. Составление матрицы жёсткости. Линейные и нелинейные задачи. Пошагово-итерационный метод, метод Ньютона, метод простых итераций. Явный и неявный методы расчёта. Вариационная постановка задачи.

Численные методы решения. Их классификация, преимущества и недостатки, погрешности решения. Решение задачи теплопроводности методом конечных разностей и методом КЭ в программе Matlab. Решение задачи нагрузки стержня методом конечных разностей и методом КЭ в программе Matlab.

Анализ прочности детали в программе Abaqus явным и неявным методом. Анализ прочности сборной конструкции в программе Abaqus явным и неявным методом. Оценка влияния типа конечных элементов их размера и способа построения сетки КЭ на решение задачи на примере работы в программе Abaqus. Сравнение решения задачи теплопроводности методом КЭ в программе Matlab и в программе Abaqus.

5. Образовательные технологии

В процессе реализации учебной программы по дисциплине **«Компьютерное моделирование с применением МКЭ»** используются следующие образовательные технологии: аудиторные занятия, включающие лабораторные и практические работы; самостоятельную работу студентов.

Методика преподавания дисциплины **«Компьютерное моделирование с применением МКЭ»** и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование модульного и интерактивного обучения:

- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме ответов на контрольные вопросы.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины **«Компьютерное моделирование с применением МКЭ»** в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лабораторного типа составляют 55% и занятия практического типа 45% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций.

В шестом семестре:

- подготовка к выполнению семинарских занятий и практических работ и их защита.

- подготовка к выполнению лабораторных занятий и их защита.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

При изучении курса обучающийся должен самостоятельно проработать следующие разделы:

- Способы создания материалов и их занесение в базу данных Abaqus.
- Модели материалов в программе Abaqus.
- Загрузка геометрии, позиционирование объектов в программе Abaqus.
- Параметры решения задачи в программе Abaqus: выбор времени процесса, приращение по времени, масштабирование времени, массовое масштабирование.
- Вывод данных, построение графиков, отображение полей в программе Abaqus.
- Определение рассчитываемых величин и полей в программе Abaqus.
- Граничные условия, метод штрафных функций.
- Общие правила синтаксиса в программе Matlab.
- Работа с редактором в программе Matlab.
- Вывод на дисплей и сохранение результата расчёта в программе Matlab.
- Построение графиков и поверхностей в программе Matlab.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля, образцы билетов для проведения зачета, приведены в приложении 3.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-10	Способностью спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и использовать её.
ПК-14	Способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-10 - Способностью спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и использовать её.

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать:	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: способы математического описания деформирования (упругого и пластического) металлов и неметаллов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: способы математического описания деформирования (упругого и пластического) металлов и неметаллов	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: способы математического описания деформирования (упругого и пластического) металлов и неметаллов	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: способы математического описания деформирования (упругого и пластического) металлов и неметаллов
уметь:	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обоснованно выбирать из предложенной базы данных наиболее оптимальную модель рассчитываемой среды	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умению обоснованно выбирать из предложенной базы данных наиболее оптимальную модель рассчитываемой среды	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умению обоснованно выбирать из предложенной базы данных наиболее оптимальную модель рассчитываемой среды	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умению обоснованно выбирать из предложенной базы данных наиболее оптимальную модель рассчитываемой среды
владеть:	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на задание свойств рассчитываемого объекта	Обучающийся владеет инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на задание свойств рассчитываемого объекта, однако допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний.	Обучающийся частично владеет инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на задание свойств рассчитываемого объекта, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся в полном объеме владеет инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на задание свойств рассчитываемого объекта, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ПК-14 - Способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем				
знать:	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основы МКЭ для выбора оптимального способа постановки задачи	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основы МКЭ для выбора оптимального способа постановки задачи	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основы МКЭ для выбора оптимального способа постановки задачи.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основы МКЭ для выбора оптимального способа постановки задачи
уметь:	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбирать из предложенного инструментария программ, основанных на МКЭ оптимальные способы расчёта конкретной задачи (граничные условия, тип сетки и т.д.)	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умению выбирать из предложенного инструментария программ, основанных на МКЭ оптимальные способы расчёта конкретной задачи (граничные условия, тип сетки и т.д.).	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умению выбирать из предложенного инструментария программ, основанных на МКЭ оптимальные способы расчёта конкретной задачи (граничные условия, тип сетки и т.д.).	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умению выбирать из предложенного инструментария программ, основанных на МКЭ оптимальные способы расчёта конкретной задачи (граничные условия, тип сетки и т.д.).
владеть:	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на постановку задачи и выбора методов расчёта	Обучающийся владеет инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на постановку задачи и выбора методов расчёта, проявляется недостаточность знаний, допускаются грубые ошибки по отдельным разделам.	Обучающийся частично владеет инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на постановку задачи и выбора методов расчёта. но допускаются незначительные ошибки, неточности.	Обучающийся в полном объеме владеет инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на постановку задачи и выбора методов расчёта, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной

дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации студенты должны выполнить следующие виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Компьютерное моделирование с применением метода конечных элементов» (выполнение заданий на самостоятельную подготовку).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Незачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Дьяконов В. П. MATLAB 7.*/R2006/R2007: Самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.: ил.
2. Половко А.М., Бутусов П.Н. Matlab для студента. — Спб.: БХВ-Петербург, 2005. — 320 с.: ил.
3. Kobayashi S., Oh S.I., Altan T. Metal forming and the finite element method, Oxford University Press, 1989

б) дополнительная литература:

1. Воронцов А.Л. Теория и расчёты процессов обработки металлов давлением. В 2-х томах. Том 1. М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 396 с.
2. Воронцов А.Л. Теория и расчёты процессов обработки металлов давлением. В 2-х томах. Том 2. М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 441 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Используемое программное обеспечение (Matlab и Abaqus) включает учебно-методические материалы в электронном виде.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»

<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyu-katalog>

- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»

<http://lib.mami.ru/lib/ebs>

Полезные учебно-методические материалы представлены на сайте:

<http://www.exponenta.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории и лаборатория кафедры «ОМДиАТ». Аудитории Ав-2509 и Ав-2514 оснащены необходимой вычислительной техникой с установленным программным обеспечением.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, связанных с промышленными технологиями и инновациями.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;

- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практическим занятием.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и практических занятий.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники и учебные пособия, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- разработанные презентации по различным разделам курса;
- видеоматериалы для закрепления полученной информации на практических занятиях;
- использование на практических занятиях информации из журналов: Технология металлов; Вестник машиностроения; Научно-технические технологии; Заготовительное производство; Сварка и диагностика; Автоматическая сварка.

ПРИЛОЖЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

- Структура и содержание дисциплины (Приложение 1);
- Фонд оценочных средств (Приложение 2).

конечных элементов их размера и способа построения сетки КЭ на решение задачи на примере работы в программе Abaqus. Сравнение решения задачи теплопроводности методом КЭ в программе Matlab и в программе Abaqus.														
Форма аттестации														3
Всего часов по дисциплине	36			8	10	18								3

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 27.03.05 «ИННОВАТИКА»

ОП (профиль): «Аддитивные технологии»

Форма обучения: **очная**

Вид профессиональной деятельности: производственно-технологическая, экспериментально-исследовательская, проектно-конструкторская

Кафедра: «Оборудование и технологии сварочного производства»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Компьютерное моделирование с применением метода конечных элементов»

- Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
2.1. Пример билета для проведения зачета
2.2. Примерный перечень вопросов для проведения зачета
2.3 Темы лабораторных работ
2.4 Темы практических занятий

Составитель:

Петров П.А.

Москва, 2020

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Компьютерное моделирование с применением метода конечных элементов»					
ФГОС ВО 27.03.05 «Инноватика», профиль «Аддитивные технологии»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные (ПК) компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-10	Способность спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и использовать её.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> способы математического описания деформирования (упругого и пластического) металлов и неметаллов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> Выбирать из предложенной базы данных наиболее оптимальную модель рассчитываемой среды. <p>Владеть:</p> <p>инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на задание свойств рассчитываемого объекта.</p>	практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа	УО СР ПР ЛР	<p>Базовый уровень:</p> <p>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи</p> <p>Повышенный уровень:</p> <p>практическое применение полученных знаний в процессе выполнения заданий на самостоятельную работу; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи</p>
ПК-	Способность	Знать:	практические	УО	Базовый уровень:

14	разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем	<ul style="list-style-type: none"> • основы МКЭ для выбора оптимального способа постановки задачи <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выбирать из предложенного инструментария программ, основанных на МКЭ оптимальные способы расчёта конкретной задачи (граничные условия, тип сетки и т.д.). <p>Владеть:</p> <p>инструментарием специализированных программных комплексов для выполнения расчётов (Matlab, Abaqus) направленным на постановку задачи и выбора методов расчёта.</p>	занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа	СР ПР ЛР	<p>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи</p> <p>Повышенный уровень:</p> <p>практическое применение полученных знаний в процессе выполнения заданий на самостоятельную работу; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи</p>
----	--	--	--	----------------	--

** - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к рабочей программе.

Примечание. Для получения зачета достаточно освоить базовый уровень знания компетенции.

**Перечень оценочных средств по дисциплине
«Компьютерное моделирование с применением метода конечных элементов»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (УО)	Выслушивание бредней и попытка понять, как при таком уровне знаний не остаться без группы обучающихся к концу четвёртого курса. Постоянные компромиссы с самим собой.	Комплект билетов для экзамена и контрольных вопросов
2	Лабораторные работы (ЛР)	Хорошее средство добить старое и ни кому не нужное оборудование.	Темы лабораторных работ
3	Практические занятия (ПР)	Продельваем всю работу за студентов в попытке на примере показать «Как это надо делать».	Темы практических занятий

Описание оценочных средств

2.1. Пример билета для проведения зачёта

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет Машиностроения, кафедра «ОМДиАТ»
Дисциплина «Компьютерное моделирование с применением МКЭ»
Образовательная программа 27.03.05 Инноватика
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ для проведения ЗАЧЕТА №3

1. МКЭ и МКР - сравнение.
2. Инструментарий настройки сетки в программе Abaqus.

Утверждено на заседании кафедры «_____» _____ 2020 г., протокол №__.
Зав. кафедрой _____/П.А.Петров/

Билет для проведения зачета - средство проверки знаний, умений, навыков; включает в себя 2 вопроса, соответствующих изучаемым разделам дисциплины «Компьютерное моделирование с применением метода конечных элементов». Каждое задание билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

Процедура применения: Случайная выборка из 30 билетов, время на подготовку до 30 мин. Устный ответ.

2.2. Примерный перечень вопросов для проведения зачета

Вопросы к зачету	Код компетенции
Краевая задача.	ПК 10
Краевые условия.	ПК 10
Постановка краевой задачи в скоростях	ПК 10
Численные методы решения.	ПК 10
Постановка исходной задачи при решении задач численными методами.	ПК 14
Метод конечных элементов, общие положения.	ПК 14
Дискретизация расчётной области при решении задач методом конечных элементов, виды конечных элементов.	ПК 14
Одномерный симплекс элемент.	ПК 14
Двухмерный симплекс элемент.	ПК 14
Трёхмерный симплекс элемент.	ПК 10
Функции формы, их свойства.	ПК 10
Матрица жёсткости.	ПК 10
Физический смысл коэффициентов матрицы жёсткости.	ПК 10
Вектор внешних нагрузок.	ПК 10
Вектор неизвестных значений.	ПК 10
Аппроксимация функций при решении задач методом конечных элементов.	ПК 10
Уравнение теплопроводности.	ПК 10
Вывод определяющих соотношений МКЭ при решении задачи теплопроводности.	ПК 10
Вывод определяющих соотношений МКЭ при решении задачи теплопроводности в матричном виде.	ПК 10
Аппроксимация температуры при помощи функций формы.	ПК 10
Аппроксимация деформаций и напряжений при помощи функций формы.	ПК 10
Аппроксимирующие соотношения векторных и скалярных величин при решении задач методом конечных элементов.	ПК 14
Уравнения упругой задачи.	ПК 10
Вывод определяющих соотношений МКЭ при решении упругой задачи.	ПК 10
Вывод определяющих соотношений МКЭ при решении упругой задачи в матричном виде.	ПК 14
Ансамбль конечных элементов для скалярных величин.	ПК 14
Ансамбль конечных элементов для векторных величин.	ПК 14
Ансамблирование: глобальная матрица жёсткости.	ПК 14
Ансамблирование: матрица топологии.	ПК 14
Итерационный алгоритм.	ПК 14

Алгоритм решения нелинейных задач МКЭ.	ПК 14
Постановка задачи в программе Aaqus.	ПК 14
Параметры КЭ сетки в программе Aaqus.	ПК 14
Анализ влияния секи КЭ на полученное решение.	ПК 14
Перестроение сетки КЭ	ПК 14

2.3. Темы лабораторных работ

Темы	Код компетенции
Решение в программе Abaqus задачи анализа упругих напряжений в детали под нагрузкой	ПК 14
Решение в программе Abaqus задачи анализа пластических деформаций в детали при превышении напряжениями предела текучести.	ПК 14
Решение в программе Abaqus задачи анализа упругих напряжений в сборной конструкции под нагрузкой.	ПК 14
Решение в программе Abaqus задачи анализа пластических деформаций в сборной конструкции при превышении напряжениями предела текучести.	ПК 14
Решение в программе Abaqus задачи теплопередачи между двумя нагретыми телами и в окружающую среду.	ПК 14

2.4. Темы практических занятий

Темы	Код компетенции
Решение задачи теплопроводности в программе Matlab методом КР	ПК 10
Решение задачи теплопроводности в программе Matlab методом КЭ	ПК 10
Решение задачи упругой деформации стержня в программе Matlab методом КР	ПК 10
Решение задачи упругой деформации стержня в программе Matlab методом КЭ	ПК 10