

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

авиационной и морской техники

(наименование факультета)

О.А. Красильникова

(подпись, ФИО)

« 10 » 04 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Инженерный анализ в САЕ-системах

Направление подготовки	<i>13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Тепловые электрические станции</i>
Квалификация выпускника	<i>бакалавр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2019</i>
Форма обучения	<i>заочная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
<i>2</i>	<i>4</i>	<i>3</i>

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Зачет с оценкой</i>	<i>Кафедра «САПР - Системы автоматизированного проектирования»</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры САПР, к.ф.-м.н.

(должность, степень, ученое звание)


(подпись)

Жигалкин К.А.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой САПР


(подпись)

Куриный В.В.

(ФИО)

Заведующий выпускающей
кафедрой «Тепловые энергетиче-
ские установки»


(подпись)

Смирнов А.В.

(ФИО)

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Инженерный анализ в САЕ-системах» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 143 от 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Тепловые электрические станции» по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника".

Задачи дисциплины	Обеспечить подготовку студентов в соответствии с современными и перспективными потребностями предприятий в области промышленной теплоэнергетики применения современных автоматизированных средств конструкторско-технологической подготовки производства за счет обучения теоретическим основам и формирования умений и навыков.
Основные разделы / темы дисциплины	– Основные принципы понятия численного инженерного анализа. Метод конечных элементов; – Постановка задачи: типы анализа, граничные и начальные условия, характеристики материалов; – Идеализация геометрической модели и построение конечно-элементной сетки; – Методы поиска и оптимизации решения; – Анализ и обработка результатов.

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

Процесс изучения дисциплины «Инженерный анализ в САЕ-системах» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.1 Знает теоретические основы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин; ОПК-2.2 Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; ОПК-2.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования.	Знать виды инженерного анализа, функциональные возможности и классификацию систем для расчета и инженерного анализа САЕ. Умение выбирать соответствующий класс САЕ-системы для решения заданной задачи, выполнять постановку задачи анализа, расчет и постобработку результатов. Владение навыками выбора метода решения в среде САЕ.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Инженерный анализ в САЕ-системах» изучается на 2 курсе(ах) в 4 семестре(ах).

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

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Математика», «Физика».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Инженерный анализ в САЕ-системах», будут востребованы при изучении последующих дисциплин «Теоретическая механика», «Электротехника и электроника».

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	10
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	2
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	8
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	94
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	4

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	
<i>Раздел 1. Основные принципы понятия численного инженерного анализа. Метод конечных элементов (МКЭ).</i>				
Тема 1.1. Основные принципы и понятия инженерного анализа: прочность конструкций, напряженно-деформированное состояние, критерии разрушения. Использование численных методов при проектировании конструкций и машин.	0.5			20
Тема 1.2. Базовые принципы КЭ анализа. Основные шаги МКЭ: идеализация, дискретизация, решение системы дифференциальных уравнений.	0.5			20
Тема 1.3. Численный инженерный анализ в среде CAE Siemens NX. Постановка задачи. Выбор одного из ведущих промышленных решателей: Nastran, ANSYS, LS-Dyna, ABAQUS для выбранного типа анализа.	0.5			10
<i>Раздел 2. Идеализация геометрической модели и построение КЭ сетки</i>				
Тема 2.1. Идеализация модели: упрощение геометрии, выделение срединных поверхностей, деление тел для локального управления качеством сетки.			1	10
Тема 2.2. Построение КЭ-сетки с учетом сгущений в зонах наибольших градиентов. Задание свойств и материалов, закреплений и нагрузок. Оценка качества сетки.			2	10
<i>Раздел 3. Методы поиска и оптимизации решения. Анализ и обработка результатов</i>				
Тема 3.1 Запуск модели на расчет. Зависимость времени расчета от сложности модели и типа анализа. Понятие сходимости численного метода. Поиск и оптимизации решения.			3	12
Тема 3.2. Постпроцессинг. Детальный визуальный и количественный анализ результатов.	0.5		2	12
ИТОГО по дисциплине	2		8	94

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	20
Подготовка к занятиям семинарского типа	4
Подготовка и оформление РГР	70
	94

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. Косенко, И. И. Проектирование и 3D-моделирование в средах CATIA V5, ANSYS и Dymola 7.3 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.И. Косенко, Л.В. Кузнецова, А.В. Николаев [и др.]. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 183 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2. Маничев, В. Б. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференц.и алгебр.уравнений в САЕ-системах САПР [Электронный ресурс]: Уч.пос. / Маничев В.Б., Глазкова В.В., Кузьмина И.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3. Бутко, А. О. Основы моделирования в САПР NX [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.О.Бутко, В.А.Прудников, Г.А.Цырков, 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 199 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1. Берлинер, Э. М. САПР конструктора машиностроителя [Электронный ресурс] / Э.М. Берлинер, О.В.Таратынов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2. Присекин, В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс] / Присекин В.Л., Расторгуев Г.И. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 238 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

1. Колыхалов, Д.Г. Проектирование и анализ в NX: учебное пособие / Д.Г. Колыхалов. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016. – 168 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 ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019г.

3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 191272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

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

1. Ведущий российский информационный ресурс, посвященный автоматизации инженерной деятельности, САПР: <http://isicad.ru>

2. Журнал «Системы автоматизированного проектирования»: <http://sapr-journal.ru/>

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

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
ОС Windows 7	Microsoft Imagine Premium Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
T-Flex CAD Университетская	Сублицензионный договор № Тг 000238156 от 27.03.2018, лицензионные ключи, лицензионное письмо
NX Nastran	Лицензия, Installation Number: 1252056 от 23.12.2010

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 (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.

1. Методические указания при работе над конспектом лекции

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций....и т.д.

2. Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться по-

нять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобратся в иллюстративном материале... и т.д.

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
429-3	Мультимедийный класс САПР	12 Персональных ЭВМ (intel Core i5, 8ГБ ОЗУ, 1ГБ Видео), лицензионное САД-программное обеспечение; 1 Персональная ЭВМ преподавателя; 1 Мультимедийный проектор с интерактивным экраном;
423-3	Мультимедийный класс САПР	12 Персональных ЭВМ (intel Core i5, 8ГБ ОЗУ, 1ГБ Видео), лицензионное САД-программное обеспечение; 1 Персональная ЭВМ преподавателя; 1 Мультимедийный проектор с интерактивным экраном;

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 (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

- 1 Инженерный анализ в САЕ-системах;
- 2 Метод конечных элементов в инженерном анализе.

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория № 423-3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 8:

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. 429, 423 корпус № 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. 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 производится 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 СРЕДСТВ¹
по дисциплине

Инженерный анализ в САЕ-системах

Направление подготовки	<i>13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Тепловые электрические станции</i>
Квалификация выпускника	<i>бакалавр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2019</i>
Форма обучения	<i>заочная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	4	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Зачет с оценкой</i>	<i>Кафедра «САПР - Системы автоматизированного проектирования»</i>

¹ В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.1 Знает теоретические основы естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин; ОПК-2.2 Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; ОПК-2.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования.	Знать виды инженерного анализа, функциональные возможности и классификацию систем для расчета и инженерного анализа САЕ. Умение выбирать соответствующий класс САЕ-системы для решения заданной задачи, выполнять постановку задачи анализа, расчет и постобработку результатов. Владение навыками выбора метода решения в среде САЕ.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Основные принципы и понятия численного инженерного анализа. Метод конечных элементов. Идеализация геометрической модели и построение КЭ сетки. Методы поиска и оптимизации решения. Анализ и обработка результатов.	ОПК-2	РГР	Демонстрирует знание видов и методик численного инженерного анализа. Умение выбирать соответствующий класс САЕ системы для поставленной задачи. Демонстрирует готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы с использованием высокопроизводительных вычислительных систем. Демонстрирует способность выполнять постановку задачи. Владение навыками выбора метода решения в среде САЕ.
		РГР	

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
4 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой</i>				
1	РГР	В течение семестра	максимально возможная сумма 100 баллов	100 баллов – студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 80 баллов – студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 55 баллов – студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
ИТОГО:		-	100 баллов	-
<p>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)</p>				

- 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

Примеры заданий для Расчетно-графической работы

Задание 1. Подготовка геометрической модели объекта к расчетам.

По индивидуальному варианту задания в интегрированной среде САЕ упростить электронную геометрическую модель детали. Используя инструменты геометрического моделирования избавиться от мелких граней и отверстий, выделить срединные поверхности, разделить деталь на простые части для последующего удобного построения сетки.

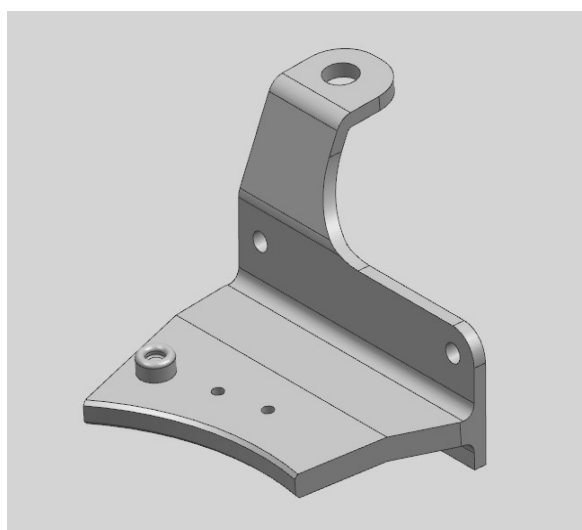


Рисунок 1. Вариант детали для упрощения геометрии

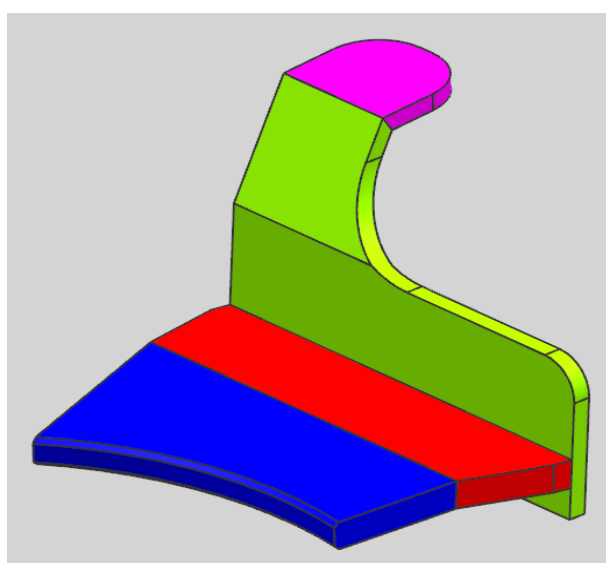


Рисунок 2. Пример результата упрощения геометрии и разбиения детали на части.

Задание 2. Создание конечно-элементной модели П-образной рамы.

По индивидуальному варианту задания построить КЭ-сетку для предложенной САD-модели П-образной рамы, предварительно упростив геометрию. Задать физические свойства материала.

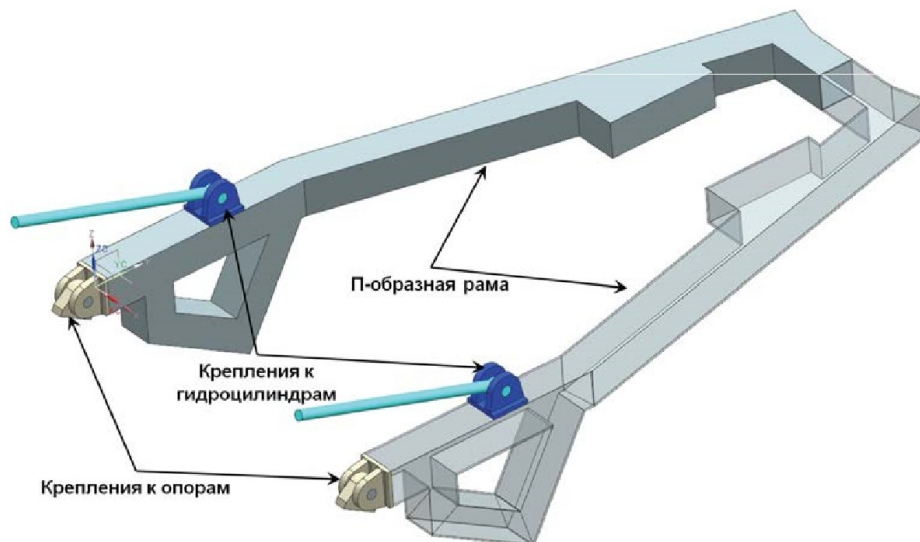


Рисунок 3. Вариант модели П-образной рамы.

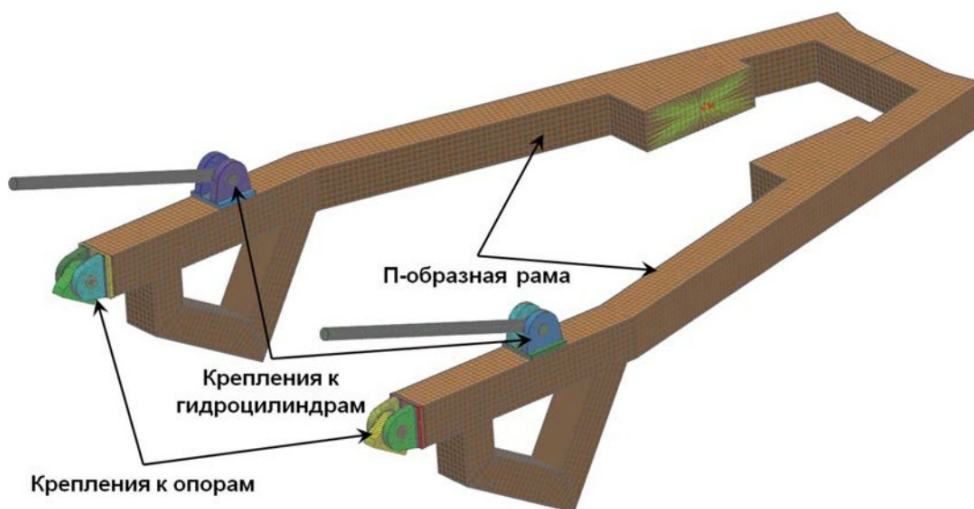


Рисунок 4. Пример выполненного задания 2

Задание 3. Создание расчетной модели и ее решение.

Для своего варианта из предыдущего задания выполнить инженерный анализ напряженно-деформированного состояния П-образной рамы:

- Проставить условия контактного взаимодействия частей рамы;
- Задать нагрузки;
- Задать ограничения на степени свободы;
- Выполнить статический анализ;
- Показать результаты статического анализа.

Frame_fem1_sim1 : Solution 1 Результат
Subcase - Static Loads 1, Статический шаг 1
Перемещение - По узлам, Величина
Мин. : 0.00, Макс. : 24.65, Единицы = мм
Деформация : Перемещение - По узлам Величина

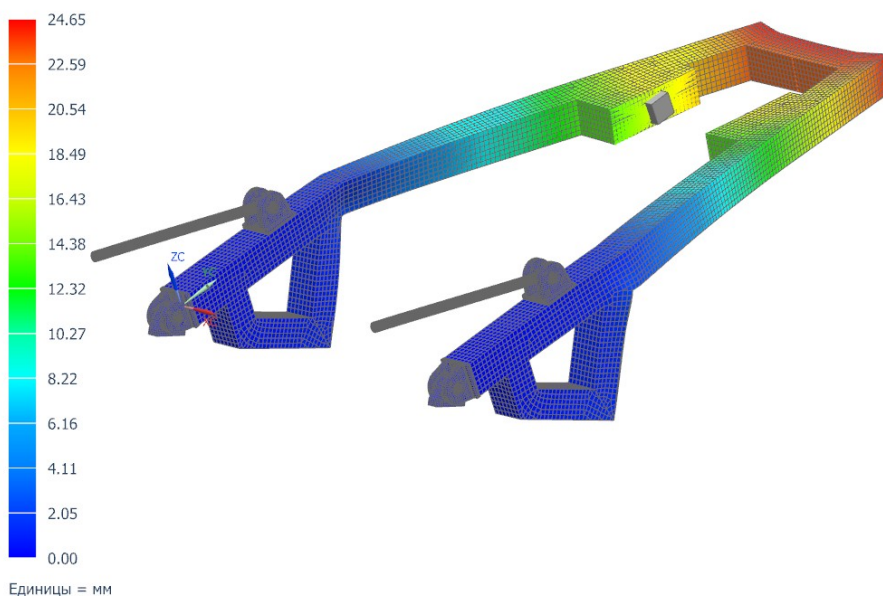


Рисунок 5. Пример отчета по результатам статического анализа Задания 3

Теоретические вопросы

- 2 Одномерные конечные элементы
- 3 Двумерные конечные элементы
- 4 Трехмерные конечные элементы
- 5 Структура расчета в Siemens NX
- 6 Особенности настройки решателя NASTRAN
- 7 Алгоритм расчета балочных и стержневых систем
- 8 Особенности расчета тонкостенных конструкций
- 9 Особенности расчета трехмерных объектов
- 10 Физические основы анализа конструкций
- 11 Уравнения МКЭ для различных видов анализа
- 12 Оценка точности численного метода
- 13 Основные этапы анализа сложных конструкций
- 14 Оценка качества конечно-элементной сетки
- 15 Особенности задания нагрузок
- 16 Особенности задания закреплений
- 17 Расчетные возможности Siemens NX
- 18 Идеализация модели
- 19 Расчет балок и стержней, их различия

20 Эквивалентные напряжения, интенсивность напряжений.

21 Концентраторы напряжений

Примеры практических заданий

1. В среде CAD/CAE запустить предложенную конечно-элементную модель на расчет. Показать результаты статистического анализа в окне программы.
2. Для предложенной 3D-модели подобрать в среде CAD/CAE размер и вид элемента сетки на основании размеров и кривизны поверхностей модели.
3. В предложенной 3D-модели детали в среде CAD/CAE упростить геометрию, затем построить конечно-элементную сетку.

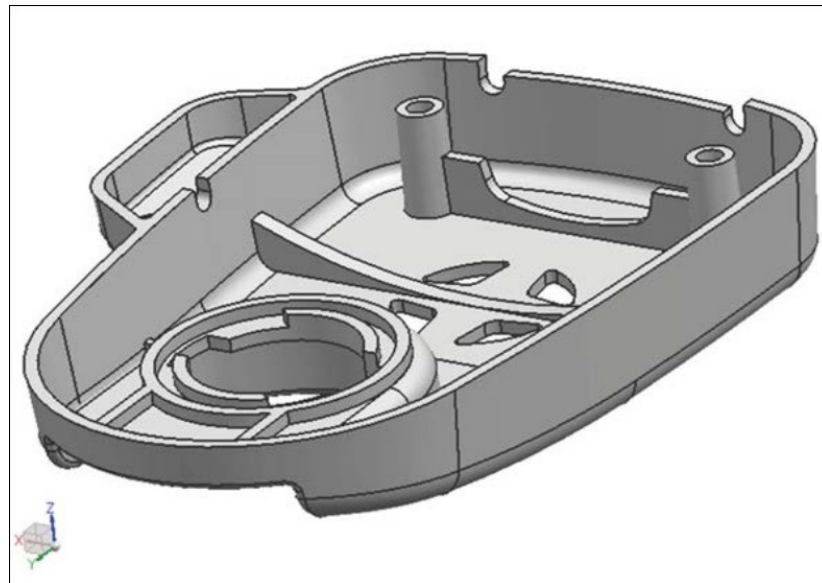


Рисунок 6. Исходная CAD-модель для анализа

