

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комарова Светлана Юрьевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 01.07.2023 12:29:23

Уникальный программный ключ:

43ba42f5deae4116bbfcb9ac98e39108031227e81add207cbee4149f2098d7a

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»**

Факультет технического сервиса в АПК

ОПОП по направлению 35.04.06 Агроинженерия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по освоению учебной дисциплины

Б1.В.01 Инженерный анализ с использованием САЕ систем

Направленность (профиль)

«Цифровой инжиниринг в сельскохозяйственном машиностроении»

Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра	технического сервиса, механики и электротехники
--	---

Разработчик, канд.техн.наук, доцент
--

Е.Е. Биткина

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Место учебной дисциплины в подготовке
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины
 - 2.1. Организационная структура, трудоемкость и план изучения дисциплины
 - 2.2. Содержание дисциплины по разделам
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося, условия допуска к экзамену
 - 3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося
 - 3.2. Условия допуска к экзамену по дисциплине
4. Лекционные занятия
5. Практические занятия по курсу и подготовка обучающегося к ним
6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины
7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС
 - 7.1. Рекомендации по написанию рефератов
 - 7.1.1. Шкала и критерии оценивания
 - 7.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем
 - 7.2.1. Шкала и критерии оценивания
8. Текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы обучающегося
 - 8.1. Вопросы для входного контроля
 - 8.2. Текущий контроль успеваемости
 - 8.2.1. Шкала и критерии оценивания
9. Промежуточная (семестровая) аттестация
 - 9.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации по результатам изучения дисциплины
 - 9.2. Основные характеристики промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины для зачет
 - 9.3. Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины
 - 9.3.1. Шкала и критерии оценивания
10. Учебно-информационные источники для изучения дисциплины

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в электронной информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.

Уважаемые обучающиеся!

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя эти указания, Вы без дополнительных осложнений подойдете к промежуточной аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

1. Место учебной дисциплины в подготовке выпускника

Учебная дисциплина относится к дисциплинам ОПОП университета, состав которых определяется вузом и требованиями ФГОС.

Цель дисциплины – формирование компетенций, связанных с применением программных продуктов, позволяющих при помощи расчетных методов проводить оценку эксплуатационных свойств электронной модели.

В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:

иметь целостное представление об основных принципах применения численного инженерного анализа.

владеть: навыками выбора метода решения в среде CAE;

знать: виды инженерного анализа, функциональные возможности и классификацию систем для расчета и инженерного анализа CAE.;

уметь: выбирать соответствующий класс CAE системы для решения заданной задачи, выполнять постановку задачи анализа, расчет и постобработку результатов.

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины:

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
Универсальные компетенции					
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИД-1 _{УК-2} Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	Знает виды инженерного анализа и функциональные возможности для проведения инженерного анализа в среде CAE с применением КОМПАС-3D	Умеет выполнять постановку задачи анализа, расчет и постобработку результатов	Владеет навыками выбора метода решения в среде CAE
Профессиональные компетенции					
ПК-2	Способен осуществлять управление механизацией и автоматизацией технологических процессов	ИД-1 _{ПК-2} Выбирает методики проведения испытаний новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники	Знает и понимает выбор методики для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE	Умеет выполнять проведение испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE	Владеет навыками проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE

		ИД-2 _{ПК-2} Проводит анализ результатов экспериментов и испытаний новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники	Знает и понимает методику анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ	Умеет выполнять анализ результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ	Владеет навыками анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ
ПК-3	Способен разрабатывать проекты машин и оборудования для сельского хозяйства и их компонентов с использованием цифровых технологий	ИД-1 _{ПК-3} Планирует разработку конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства	Знает и понимает принципы и методики разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ	Умеет планировать разработку конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Владеет навыками планирования разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ

1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины								
Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				2	3	4	5	
				Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»	
				Характеристика сформированности компетенции				
				Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	
Критерии оценивания								
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИД-1 _{ук-2}	Полнота знаний	Знает виды инженерного анализа и функциональные возможности для проведения инженерного анализа в среде САЕ с применением КОМПАС-3D.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний недостаточно для проведения инженерного анализа в среде САЕ с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний в целом достаточно для проведения инженерного анализа в среде САЕ с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний в целом достаточно для проведения инженерного анализа в среде САЕ с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний в полной мере достаточно для проведения инженерного анализа в среде САЕ с применением КОМПАС-3D.	РГР
		Наличие умений	Умеет выполнять постановку задачи анализа, расчет и постобработку результатов.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся умений недостаточно для проведения инженерного анализа в среде САЕ с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся умений в целом достаточно для проведения инженерного анализа в среде САЕ с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся умений в целом достаточно для проведения инженерного анализа в среде САЕ с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	

		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками выбора метода решения в среде CAE.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся навыков недостаточно для проведения инженерного анализа в среде CAE с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся навыков в целом достаточно для проведения инженерного анализа в среде CAE с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся навыков и мотивации в целом достаточно для проведения инженерного анализа в среде CAE с применением КОМПАС-3D.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	
ПК-2 Способен осуществлять управление механизацией и автоматизацией технологических процессов	ИД-1 _{ПК-2}	Полнота знаний	Знает и понимает выбор методики для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний недостаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний в целом достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний в целом достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний в полной мере достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	РГР
		Наличие умений	Умеет выполнять проведение испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся умений недостаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся умений в целом достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся умений в целом достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся умений в полной мере достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся навыков недостаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся навыков в целом достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся навыков и мотивации в целом достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся навыков и мотивации в полной мере достаточно для проведения испытаний новых деталей и узлов с применением среды CAE.	

	ИД-2ПК-2	Полнота знаний	Знает и понимает методику анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний недостаточно для анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний в целом достаточно для анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний в целом достаточно для анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний в полной мере достаточно для анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	РГР
		Наличие умений	Умеет выполнять анализ результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся умений недостаточно для выполнения анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся умений в целом достаточно для выполнения анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся умений в целом достаточно для выполнения анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся умений в полной мере достаточно для выполнения анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	РГР
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся навыков недостаточно для анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся навыков в целом достаточно для анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся навыков и мотивации в целом достаточно для анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся навыков и мотивации в полной мере достаточно для анализа результатов экспериментов при проведении их с использованием среды САЕ.	РГР

ПК-3 Способен управлять разработкой проектов машин и оборудования для сельского хозяйства и их компонентов	ИД-1ПК-3	Полнота знаний	Знает и понимает принципы и методики разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний недостаточно для понимания методики разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний в целом достаточно для применения методики разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний в целом достаточно для применения методики разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний в полной мере достаточно для применения методики разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	РГР
		Наличие умений	Умеет планировать разработку конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся умений недостаточно для планирования этапов разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся умений в целом достаточно для планирования этапов разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся умений в целом достаточно для планирования этапов разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся умений в полной мере достаточно для планирования этапов разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	РГР
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками планирования разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся навыков недостаточно для планирования этапов разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся навыков в целом достаточно для планирования этапов разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся навыков и мотивации в целом достаточно для планирования этапов разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся навыков и мотивации в полной мере достаточно для планирования этапов разработки конструкции машин и оборудования для сельского хозяйства с использованием среды САЕ.	РГР

2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины

2.1 Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час			
	семестр, курс*			
	очная форма		заочная форма	
	№ сем.	№ сем.	№ курса	№ курса
Контактная работа	40			
1.1. Аудиторные занятия, всего	40			
- лекции	14			
- практические занятия (включая семинары)	-			
- лабораторные работы	26			
Консультации (в соответствии с учебным планом)				
2. Внеаудиторная академическая работа	104			
2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:				
Выполнение и сдача/защита индивидуального/группового задания в виде**				
- Расчетно-графической работы (РГР)	40			
2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы	40			
2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям	20			
2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях , проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп. 2.1 – 2.2):	4			
3. Получение зачёта по итогам освоения дисциплины	Зачет с оценкой			
ОБЩАЯ трудоёмкость дисциплины:	Часы	144		
	Зачетные единицы	4		
Примечание:				
* – семестр – для очной и очно-заочной формы обучения, курс – для заочной формы обучения;				
** – КР/КП, реферата/эссе/презентации, контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), расчетно-графической (расчетно-аналитической) работы и др.;				

2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе

Номер и наименование раздела дисциплины. Укрупненные темы раздела		общая	Трудоёмкость раздела и ее распределение по видам учебной работы, час.						Формы текущего контроля успевае мости и промежу точной аттестац ии	№№ компе тenci й, на форм ирова ние котор ых ориен тиров ан разде л	
			Контактная работа					ВАРС			
			Аудиторная работа			Консу льтац ии (в соотв етстви и с учебн ым плано м)					
			всего	лек ции	занятия						
					пра ктич еск ие (все х фор м)		лаб ора тор ные				
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная форма обучения											
1	Раздел 1. Основные принципы понятия численного инженерного анализа. Метод конечных элементов (МКЭ).										
	Тема 1.1. Основные принципы и понятия инженерного анализа: прочность конструкций, напряженно -деформированное состояние, критерии разрушения. Использование численных методов при проектировании конструкций и машин.	22	6	2		4		16		РГР, Опрос при сдаче РГР, зачет с оценкой	

	Тема 1.2. Базовые принципы КЭ анализа. Основные шаги МКЭ: идеализация, дискретизация, решение системы дифференциальных уравнений.	18	2	2				16			
	Тема 1.3. Численный инженерный анализ в среде CAE КОМПАС-3D. Постановка задачи.	18	2	2				16			
2	Раздел 2. Идеализация геометрической модели и построение КЭ сетки										
	Тема 2.1. Идеализация модели: упрощение геометрии, выделение срединных поверхностей, деление тел для локального управления качеством сетки.	24	8	2		6		16	10	РГР, Опрос при сдаче РГР, зачет с оценкой	
	Тема 2.2. Построение КЭ-сетки с учетом сгущений в зонах наибольших градиентов. Задание свойств и материалов, закреплений и нагрузок. Оценка качества сетки.	24	8	2		6		16	10		
3	Раздел 3. Методы поиска и оптимизации решения. Анализ и обработка результатов										
	Тема 3.1 Запуск модели на расчет. Зависимость времени расчета от сложности модели и типа анализа. Понятие сходимости численного метода. Поиск и оптимизации решения.	24	8	2		6		16	10	РГР, Опрос при сдаче РГР, зачет с оценкой	
	Тема 3.2. Детальный визуальный и количественный анализ результатов	14	6	2		4		8	10		
	Промежуточная аттестация		×	×	×	×		×	×	Зачет с оценкой	
Итого по дисциплине		144		14		26		104	40		

3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося

3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По трем разделам предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: лекция – самостоятельная работа обучающихся (аудиторная и внеаудиторная). На занятиях студенческая группа получает задания и рекомендации.

Для своевременной помощи обучающимся при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования:

- обязательное посещение обучающимся всех видов аудиторных занятий;
- ведение конспекта в ходе лекционных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к лабораторным занятиям, активная работа на них;
- активная, ритмичная самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа обучающегося, своевременная сдача преподавателю расчетно-графических работ по внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных обучающимся занятий, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения дисциплины, обучающемуся предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы по всем разделам.

3.2. Условия допуска к экзамену

Экзамен является формой контроля, который выставляется обучающемуся согласно «Положения о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ», выполнившему в полном объеме все перечисленные в п.2-3 требования к учебной работе, прошедший все виды тестирования, выполнения реферата с положительной оценкой. В случае не полного выполнения указанных условий по уважительной причине, обучающемуся могут быть предложены индивидуальные задания по пропущенному учебному материалу.

4. Лекционные занятия

Для изучающих дисциплину читаются лекции в соответствии с планом, представленным в таблице 3.

Таблица 3 - Лекционный курс.

№		Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.		Применяемые интерактивные формы обучения
раздела	лекции		очная форма	заочная форма	
1	2	3	4	5	6
1		Раздел 1. Основные принципы понятия численного инженерного анализа. Метод конечных элементов (МКЭ).			
	1	Тема 1.1. Основные принципы и понятия инженерного анализа: прочность конструкций, напряженно - деформированное состояние, критерии разрушения. Использование численных методов при проектировании конструкций и машин.	2		Мозговой штурм
	2	Тема 1.2. Базовые принципы КЭ анализа. Основные шаги МКЭ: идеализация, дискретизация, решение системы дифференциальных уравнений.	2		Мозговой штурм
2	3	Тема 1.3. Численный инженерный анализ в среде CAE КОМПАС-3D. Постановка задачи.	2		Case-study
		Раздел 2. Идеализация геометрической модели и построение КЭ сетки			
	4	Тема 2.1. Идеализация модели: упрощение геометрии, выделение срединных поверхностей, деление тел для локального управления качеством сетки.	2		Case-study
	5	Тема 2.2. Построение КЭ-сетки с учетом сгущений в зонах наибольших градиентов. Задание свойств и материалов, креплений и нагрузок. Оценка качества сетки.	2		Мозговой штурм
3		Раздел 3. Методы поиска и оптимизации решения. Анализ и обработка результатов			
	6	Тема 3.1 Запуск модели на расчет. Зависимость времени расчета от сложности модели и типа анализа. Понятие сходимости численного метода. Поиск и оптимизации решения.	2		Case-study
	7	Тема 3.2. Детальный визуальный и количественный анализ результатов	2		Case-study
Общая трудоемкость лекционного курса			14		x
Всего лекций по дисциплине:		час.	Из них в интерактивной форме:		час.
- очная форма обучения		14	- очная форма обучения		14
- заочная форма обучения			- заочная форма обучения		
Примечания:					
- материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6;					
- обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.					

5. Лабораторные занятия по дисциплине и подготовка к ним

Лабораторные занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 4.

Таблица 4 - Примерный тематический план лабораторных занятий по разделам учебной дисциплины

№			Тема лабораторной работы	Трудоемкость ЛР, час		Связь с ВАРС		Применяемые интерактивные формы обучения*
раздела	ЛЗ*	ЛР*		очная форма	заочная форма	предусмотрена самоподготовка к занятию +/-	Защита отчета о ЛР во внеаудиторное время +/-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1		Раздел 1. Основные принципы понятия численного инженерного анализа. Метод конечных элементов (МКЭ).					
	2	1	Тема 1.1. Основные принципы и понятия инженерного анализа: прочность конструкций, напряженно - деформированное состояние, критерии разрушения. Использование численных методов при проектировании конструкций и машин.	4		+		Анализ конкретных ситуаций, Интерактивные упражнения
2			Раздел 2. Идеализация геометрической модели и построение КЭ сетки					
	3-5	2	Тема 2.1. Идеализация модели: упрощение геометрии, выделение срединных поверхностей, деление тел для локального управления качеством сетки.	6		+		Анализ конкретных ситуаций, Интерактивные упражнения
	6-8	2	Тема 2.2. Построение КЭ-сетки с учетом сгущений в зонах наибольших градиентов. Задание свойств и материалов, закреплений и нагрузок. Оценка качества сетки.	6		+	+	Анализ конкретных ситуаций, Интерактивные упражнения
3			Раздел 3. Методы поиска и оптимизации решения. Анализ и обработка результатов					
	9-11		Тема 3.1 Запуск модели на расчет. Зависимость времени расчета от сложности модели и типа анализа. Понятие сходимости численного метода. Поиск и оптимизации решения.	6		+	+	Анализ конкретных ситуаций, Интерактивные упражнения
	12-13		Тема 3.2. Детальный визуальный и количественный анализ результатов	4		+	+	Анализ конкретных ситуаций, Интерактивные упражнения
Итого ЛР			Общая трудоемкость ЛР	26		x		
Примечания: - материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6; - обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.								

Подготовка обучающихся к лабораторным занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На лабораторных занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к лабораторным занятиям подразумевает изучение теоретического материала по дисциплине, выданного на лекционном занятии.

Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Работа по теме прежде всего предполагает ее изучение по учебнику или пособию. Следует обратить внимание на то, что в любой теории, есть либо неубедительные, либо чересчур абстрактные, либо сомнительные положения. Поэтому необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на семинарах. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах. Такими журналами являются: «Информационные технологии в проектировании и производстве» и «Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении». Выбор статьи, относящейся к теме, лучше делать по последним в году номерам, где приводится перечень статей, опубликованных за год.

Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов.

1. Конспектирование. Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

2. Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений. Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

3. Словарь понятий и категорий. Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС

7.1. Рекомендации выполнению расчетно-графических работ

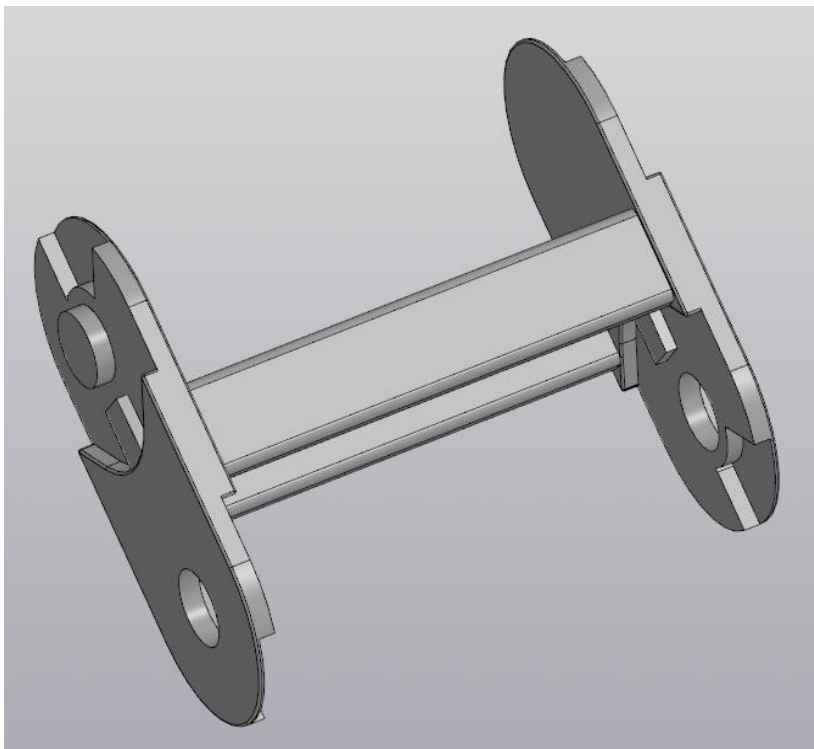
Учебные цели, на достижение которых ориентировано выполнение расчетно-графической работы: получить целостное представление об основных приемах проведения прочностных расчетов с применением APM FEM

Учебные задачи, которые должны быть решены обучающимся в рамках выполнения расчетно-графической работы:

- разработка параметрической 3D модели;
- упрощение геометрии детали;
- создание конечно-элементной сетки;
- задание материала детали;
- методику выполнения инженерного анализа напряженно-деформированного рамы.

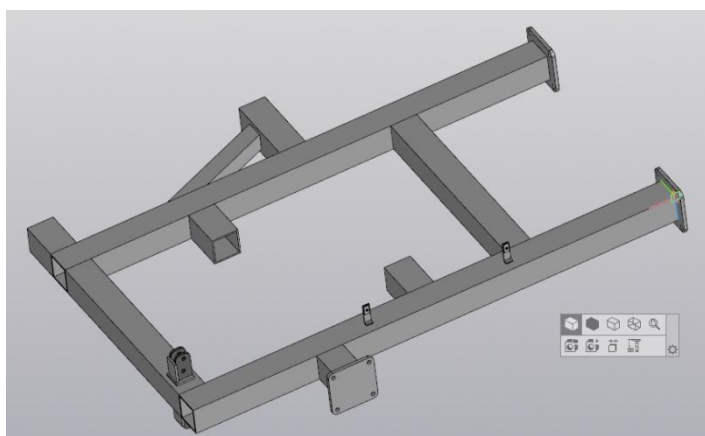
Задание 1. Подготовка геометрической модели объекта к расчетам.

По индивидуальному варианту задания в интегрированной среде САЕ КОМПАС-3D 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.



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

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



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.

Требования к РГР

Расчетно-пояснительную записку оформляют по ГОСТ 2.105—95 «Общие требования к текстовым документам».

Расчетно-пояснительную записку выполняют машинописным способом с применением печатающих устройств персональных компьютеров. Для записки используют белую бумагу формата А4 (210 x 297 мм). Машинописный текст: шрифт – Times New Roman, размер – 14, одинарный интервал, абзацы в начале текста начинают отступом 1,25.

Расчетные формулы приводят сначала в общем виде, затем в них подставляют значения величин в порядке расположения их в формуле, и только после этого записывают окончательный результат с обязательным указанием размерности вычисленной величины. Расшифровка входящих в формулу величин обязательна. С целью исключения ошибок вычисления следует делать очень внимательно, повторно проверяя полученные значения. Опечатки, описки и графические неточности допускается исправлять, подчищая, заклеивая или закрашивая их специальным средством.

Структурные части расчетно-пояснительной записки следует брошюровать в таком порядке: титульный лист; задание; содержание; введение; основная часть; список использованной литературы; приложения (при необходимости). Следует иметь в виду, что перенос слов при оформлении титульного листа не допускается.

Оформление текста расчетно-пояснительной записки – см. ГОСТ 2.105—95.

Содержание расчетно-пояснительной записки предназначено для облегчения поиска необходимых материалов при ее чтении. Оно должно включать в себя перечень заголовков разделов и подразделов записки, начиная с введения и кончая приложением, с указанием номера листа, где начинается тот или иной раздел. Слово «Содержание» записывают прописными буквами симметрично тексту. Номера листов проставляют столбиком в правой части листа содержания напротив каждого заголовка, подзаголовка, вверху над столбиком цифр указывают слово «Лист».

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

–оценку «отлично» получает обучающийся если оформление РГР и решение задач соответствуют требованиям,

–оценку «хорошо» получает обучающийся если оформление РГР и решение задач соответствуют требованиям, присутствуют незначительные ошибки, которые студент исправил при консультации с преподавателем.

–оценку «удовлетворительно» получает обучающийся если оформление РГР и решение задач соответствуют требованиям, присутствуют незначительные ошибки, которые студент не смог исправить при консультации с преподавателем.

– оценку «неудовлетворительно» получает обучающийся если оформление и объем реферата не соответствуют требованиям, или присутствуют значительные ошибки, которые студент не смог исправить при консультации с преподавателем.

7.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения тем

Тема 1

«Одномерные конечные элементы»

- 1) Обозначения матриц и матричных операций.
- 2) Понятие о методе конечных элементов (МКЭ).
- 3) Тензоры и векторы напряжений и деформаций.
- 4) Целевая функция для плоских тел.

Тема 2

«Двумерные конечные элементы»

- 1) Исходные данные.
- 2) Деформирование стержня
- 3) Вывод уравнения равновесия

Тема 3
«Трехмерные конечные элементы»

- 1) Параметрическое представление функций
- 2) Система координат треугольного элемента
- 3) Интерполяционные соотношения линейного треугольного элемента

Тема 4
«Структура расчета в КОМПАС-3D»

- 1) Назначение о основные возможности КОМПАС-3D
- 2) Подготовка модели к анализу
- 3) Принятие решения модели
- 4) Обработка результатов решения

Тема 5
«Алгоритм расчета балочных и стержневых систем»

- 1) Исходные данные
- 2) Деформирование стержня
- 3) Вывод уравнений равновесия
- 4) Пример расчета
- 5) Расчет трехмерных ферм

Тема 6
«Особенности расчета тонкостенных конструкций»

- 1) Особенности создания тонкостенного элемента в КОМПАС-3D.
- 2) Библиотека проектирования металлоконструкций: КМ
- 3) Метод конечных элементов статики тонких оболочек

Тема 7
«Особенности расчета трехмерных объектов»

- 1) Четырехузловой тетраэдр
- 2) Восьмиузловой шестигранник
- 3) Двадцатиузловой изопараметрический КЭ

Тема 8
«Физические основы анализа конструкций»

- 1) Задачи линейного статического расчета;
- 2) Задачи по оценке устойчивости конструкций;
- 3) Задачи стационарной теплопроводности и термоупругости;
- 4) Расчеты собственных частот и определения форм собственных колебаний.

Тема 9
«Уравнения МКЭ для различных видов анализа»

- 1) Основные уравнения теории деформации
- 2) Основные уравнения теории напряжений
- 3) Связь между напряжениями и деформациями
- 4) Виды напряженного состояния
- 5) Уравнение теории упругости «для частных случаев нагружения»

Общий алгоритм самостоятельного изучения темы

1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами по теме.
2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы
3) Выбрать форму отчетности конспектов(конспект – схема)
2) Оформить отчётный материал в установленной форме в соответствии методическими рекомендациями
3) Провести самоконтроль освоения темы по вопросам, выданным преподавателем
4) Предоставить отчётный материал преподавателю по согласованию с ведущим преподавателем
5) Подготовиться к предусмотренному контрольно-оценочному мероприятию по результатам самостоятельного изучения темы
6) Принять участие в выполнении лабораторных работ и расчетно-графических и заключительное тестирование в установленное для внеаудиторной работы время

7.2.1 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ самостоятельного изучения темы

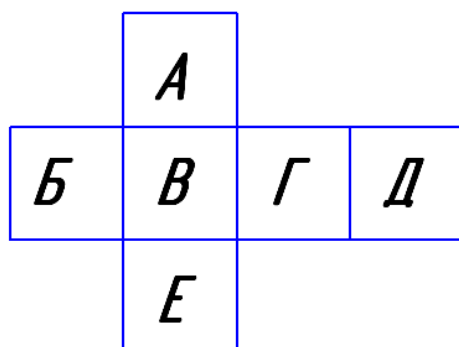
- «зачтено» выставляется обучающемуся, если он ясно, четко, логично и грамотно излагает тему: дает определение основным понятиям с позиции разных авторов, приводит практические примеры по изучаемой теме, четко излагает выводы;

- «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он не выделяет основные понятия и не представляет практические примеры.

8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы

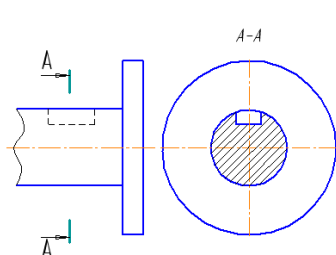
8.1 Вопросы для входного контроля

1. В соответствии с ГОСТ 2.305-68 ЕСКД место расположения главного вида обозначено буквой ...

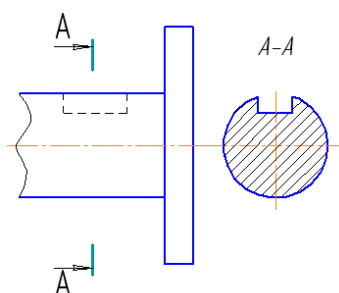


+В

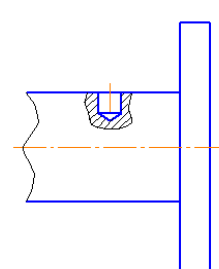
2. В соответствии с ГОСТ 2.305-68 ЕСКД **разрез** изображен правильно на рисунке ...



+1

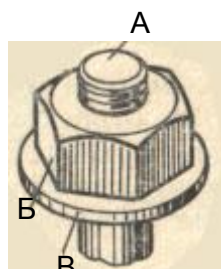


2



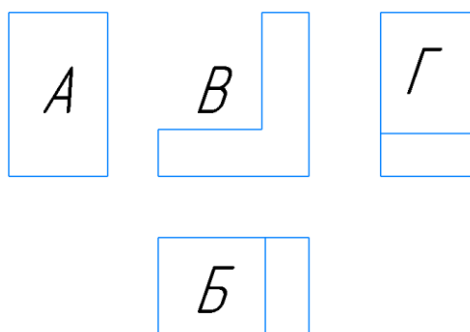
3

1. Соответствие между названием элементов резьбового соединения и их обозначением следующее:
Сопоставьте элементы двух списков



1. А	а) Болт
2. Б	б) Гайка
3. В	в) Шайба
	г) Головка

4. Укажите соответствие между названием вида и предмета, представленным на рисунке и его обозначением



А	Вид справа
Б	Вид сверху
В	Главный вид
	Вид

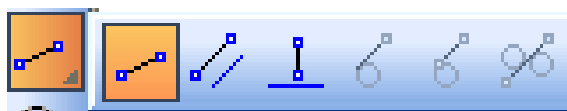
5. Для разработки конструкции транспортных средств используются САПР, данная аббревиатура расшифровывается как ...

1. система автоматизации производства
2. структура автоматизированного проектирования
- +3. система автоматизированного проектирования

6. Для оформления чертежей в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов применяются системы, одно из назначений которых – создание чертежно-графической документации в электронном виде, к ним относятся ...

1. растровые геометро-графические редакторы
2. системы автоматизированных инженерных расчетов
3. системы поиска информации
- +4. векторно геометро-графические редакторы

7. Для разработки конструкции транспортных средств может использоваться Компас 3D. На рисунке показана панель расширенных команд, позволяющих выполнять построения ...



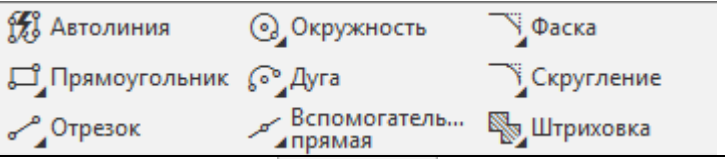
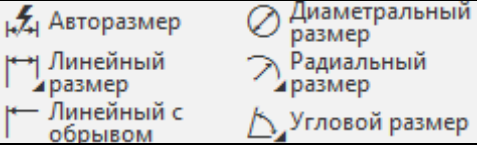
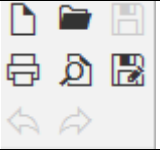
+отрезков
прямых
окружностей
размеров

8. Для разработки конструкции транспортных средств может использоваться Компас 3D. Программа Компас-3D может работать только в 3-х мерном пространстве
СОГЛАСНЫ ЛИ ВЫ С УТВЕРЖДЕНИЕМ, ЧТО
верно

+не верно

9. Редактирование чертежей конструкции транспортных средств может осуществляться с использованием программы КОМПАС 3D. Установите соответствие между изображением панели и ее названием:

УКАЖИТЕ СООТВЕТСТВИЕ ДЛЯ КАЖДОГО ЭЛЕМЕНТА ЗАДАНИЯ

геометрия	
правка	
размеры	
	

10. Для проектирования конструкции транспортных средств, применяется программа КОМПАС 3D.

Соответствие между названием документа и его изображением:

УКАЖИТЕ СООТВЕТСТВИЕ ДЛЯ КАЖДОГО ЭЛЕМЕНТА ЗАДАНИЯ

деталь	
сборка	
чертеж	
	

называют ...

1. видеопамятью
 2. видеоадаптером
 - +3. растром
 4. дисплейным процессором
11. Графика с представлением изображения в виде совокупностей точек называется ...
1. фрактальной
 2. растровой
 3. векторной
 4. прямолинейной
12. Для хранения 256-цветного изображения на один пиксель требуется ...
1. 2 байта
 2. 4 бита
 3. 256 битов
 - +4. 1 байт

13. В процессе преобразования растрового графического файла количество цветов уменьшилось с 65 536 до 256. Объем файла уменьшится в...

1. 4 раза
- +2. 2 раза
3. 8 раз
4. 16 раз

14. Графика с представлением изображения в виде последовательности точек со своими координатами, соединенных между собой кривыми, которые описываются математическими уравнениями, называется ...

1. фрактальной
2. растровой
- +3. векторной
4. прямолинейной

9. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу

6.1 Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
6.2 Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины	
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей и задач обучения по данной дисциплине, изложенным в п.2.2 настоящей программы
Форма промежуточной аттестации -	дифференцированный зачет
Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса	1) участие обучающегося в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины
	2) процедура проводится в рамках ВАРС, на последней неделе семестра
Основные условия получения обучающимся зачёта:	1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине; 2) прошёл заключительное тестирование; 3) подготовил конспект и защитил расчетно-графическую работу.
Процедура получения зачёта -	Представлены в Фонде оценочных средств по данной учебной дисциплине (см. – Приложение 9)
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:	

9.2 Процедура проведения зачета

Выставление зачета проводится в день последних пар. Обучающийся получает отметку «зачтено» если:

- 1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине;
- 2) прошёл заключительное тестирование;
- 3) подготовил конспект и защитил расчетно-графическую работу.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Зачтено – выставляется обучающемуся при выполнении всех вышеперечисленных критериев;
Не зачтено – если обучающийся не выполнил один или все из вышеперечисленных пунктов.

9.3. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины

По итогам изучения дисциплины, обучающиеся проходят заключительное тестирование. Тестирование является формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

9.3.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины

Тестирование осуществляется по всем темам и разделам дисциплины, включая темы, выносимые на самостоятельное изучение. Процедура тестирования ограничена во времени и предполагает максимальное сосредоточение обучающегося на выполнении теста, содержащего несколько тестовых заданий.

Тестирование проводится в электронной. Тест включает в себя 20 вопросов. Время, отводимое на выполнение теста - 30 минут. В каждый вариант теста включаются вопросы разных типов (одиночный и множественный выбор, открытые (ввод ответа с клавиатуры), на упорядочение, соответствие и др.). На тестирование выносятся вопросы из каждого раздела дисциплины.

9.3.1 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если получено более 81% правильных ответов.
- оценка «хорошо» - получено от 71 до 80% правильных ответов.
- оценка «удовлетворительно» - получено от 61 до 70% правильных ответов.
- оценка «неудовлетворительно» - получено менее 61% правильных ответов.

10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины	
Автор, наименование, выходные данные	Доступ
1	2
Кирюхина, Т. А. Компьютерная графика : учебное пособие / Т. А. Кирюхина, В. А. Овтов. — Пенза : ПГАУ, 2016. — 105 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142088 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	http://e.lanbook.com
Молибошко, Л. А. Компьютерные модели автомобилей: учебник / Молибошко Л.А. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2017. - 295 с. (Высшее образование) ISBN 978-5-16-005581-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/559342 – Режим доступа: по подписке.	http://znanium.com
Нартя, В. И. Математическое обеспечение чертежа при конструировании деталей в машиностроении : монография / В. И. Нартя. - Москва : Инфра-Инженерия, 2018. - 80 с. - ISBN 978-5-9729-0170-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2094442 . – Режим доступа: по подписке.	http://znanium.com
Цывина Л. Е. Практикум по компьютерной графике : учебное пособие / Л. Е. Цывина ; Ом. гос. аграр. ун-т. - Омск : Изд-во ОмГАУ, 2009. - 89 с. – Текст : непосредственный.	НСХБ
Лисяк, В. В. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать : учебное пособие / В. В. Лисяк ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. - 109 с. - ISBN 978-5-9275-3825-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1894436 . – Режим доступа: по подписке.	http://znanium.com
Автомобильная промышленность. – Москва : Инновационное машиностроение, 1930. – . – Выходит ежемесячно. – ISSN 0005-2337. – Текст : непосредственный	НСХБ