

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



« 28 » апреля 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Системы управления жизненным циклом изделия
специальность:

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

специализация:

15.05.01-24 Проектирование технологических машин и комплексов

Квалификация

инженер

Форма обучения

очная

Институт технологического оборудования и машиностроения

Кафедра механического оборудования

Белгород 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, утв. 09.08.2021г. № 732
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: к.т.н., доцент _____

(С.И. Анциферов)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Механического оборудования

« 26 » апреля 2022 г., протокол № 17

Заведующий кафедрой: д.т.н, проф. _____

(В.С. Богданов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Механического оборудования

Заведующий кафедрой:: д.т.н., проф. _____

(В.С. Богданов)

« 26 » апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доцент _____

(П.С. Горшков)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
<p>ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-6.3 Использует программное обеспечение для цифрового проектирования и управления жизненным циклом изделий при решении профессиональных задач</p>	<p>Знания Знание основных этапов жизненного цикла изделия; Знание содержания и способов разработки технического задания; Знание стадий разработки конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСКД</p> <p>Умения Умение разрабатывать техническое предложение, эскизный и технический проекты, и рабочую конструкторскую документацию</p> <p>Навыки Владение программным обеспечением для управления жизненным циклом изделий.</p>
	<p>ОПК-6.4 Разрабатывает цифровые двойники технологических машин и оборудования и создает проектно-конструкторскую и рабочую конструкторскую документацию</p>	<p>Знания Знание функций и структуры цифровых двойников изделий.</p> <p>Умения Умение разрабатывать цифровые двойники изделий и, на их основе, создавать проектно-конструкторскую документацию и рабочую конструкторскую документацию.</p> <p>Навыки Владение</p>

		программным обеспечением для разработки цифровых двойников изделий; Владение программным обеспечением для проведения обратного инжиниринга.
--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **ОПК-6** Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующей дисциплиной.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Информационное и программное обеспечение автоматизированного проектирования
2	Системы управления жизненным циклом изделия

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 21 зач. единиц, 756 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации **экзамен**.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7	Семестр № 8	Семестр № 9	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины, час	756	144	288	144	72	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	322	55	109	71	36	51
лекции	136	17	51	34	17	17
лабораторные	-	-	-	-	-	-
практические	170	34	51	34	17	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ¹	16	4	7	3	2	-
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	434	89	179	73	36	57
Курсовой проект	54	-	54	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-	-	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	36	9	-	9	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	272	44	89	64	27	48
Экзамен	72	36	36	-	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	я работа на подготовку к аудиторным
1. Введение в систему управления жизненным циклом изделия. Базовый курс работы в Teamcenter.					
	Введение в концепцию PLM. Полный и тонкий клиент PLM системы. Архитектура Teamcenter. Работа с данными. Создание объекта, ревизии объекта, набора данных, мастер-формы, папки в Teamcenter. Обзор основных приложений Teamcenter. Работа в приложении «Мой Teamcenter», Визуализатор Teamcenter. Поисковая система в Teamcenter. Быстрый, локальный, расширенный поиск.	4	6	-	8
2. Базовый курс моделирование в NX.					
	NX Manager. Открытие, создание, сохранение данных в NX Manager. Права владения данными. Блокировка данных. Введение в NX. Интерфейс пользователя. Настройка. Модули NX. Основы работы с меню. Работа с окнами. Полноэкранный режим работы. 3D пространство моделирования. Рабочая система координат. Настройки и изменение изображения объектов. Команды погашения. Выбор объектов. Введение в твердотельное моделирование. Координатные элементы. Базовая система координат. Координатная плоскость. Координатная ось. Преобразования. Компоновка видов. Управление категориями слоев. Измерение и анализ. Эскизы. Введение. Создание геометрии. Геометрические и размерные ограничения. Редактирование эскизов. Создание заметаемых тел. Тела вытягивания и вращения. Заметание. Заметание по направляющей. Труба. Переменное заметание. Булевы операции. Построение типовых элементов проектирования. Правила позиционирования типовых элементов проектирования. (Отверстие, тиснение, смещение тиснения, проточка, ребро, резьба) Операции с типовыми элементами проектирования. Скругление ребра. Фаска. Уклон. Уклон тела. Тонкостенное тело. Утолщение. Массив элементов.	13	28	-	36

	<p>Массив геометрии. Зеркальный элемент. Выделение геометрии.</p> <p>Моделирование свободных форм. Ассоциативные и не-ассоциативные сплайны. Работа с интерфейсом создания сплайнов. Операции с кривыми. Анализ кривых.</p> <p>Создание поверхностей. По сечениям. По сетке кривых. Поверхности студии. N-сторонняя поверхность. Стилизованное замещение. Сечение.</p> <p>Операции с поверхностями. Скругление поверхностей (Эстетическое скругление поверхностей, мостик, угол скругления, эстетичный угол). Заполнение поверхностей (Заполнить поверхность, ограниченная плоскость, зашивка отверстий, поверхность по 4-м точкам). Комбинировать. Поверхность обрезки. Расширить поверхность. Обрезка и удлинение.</p> <p>Сшивка. Расшивка. Разделить грань.</p> <p>Изменение поверхностей. X-форма. I-форма. Согласовать ребро. Симметрия ребер. Расширить. Разделить на сегменты.</p> <p>Создание технических условий PMI.</p> <p>Параметризация. Проверка и очистка модели.</p>				
ВСЕГО		17	34	-	44

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	работа на подготовку к аудиторным
1. Базовый курс работы в модуле «Сборки».					
	<p>Введение в модуль сборок. Интерфейс модуля сборок, особенности его использования. Идеология построения сборки, методы работы: сверху-вниз и снизу-вверх. Работа с навигатором сборки. Опции загрузки сборки.</p> <p>Формирование структуры сборки. Добавление компонентов в сборку. Управление расположением компонентов в сборке (Переместить, Создание условий сопряжения деталей)</p> <p>Создание массива компонентов в сборке. Создание зеркального компонента.</p> <p>Использование ссылочных наборов. Замена файла части.</p> <p>Определение интерференций в файле сборки.</p> <p>Создание разнесенных сборок. Создание последовательности сборки.</p> <p>Особенности работы с большими сборками.</p>	14	14	-	21

	(Особенности проектирования в контексте больших сборок, Упрощенное представление объектов, Фильтры компонентов и их использование, Создание и управление зонами, расчет массы сборки без загрузки компонентов)				
2. Создание сборок методом сверху-вниз с использованием Менеджера структуры Teamcenter.					
	Понятие метода сборки сверху-вниз. Понятие состава изделия, основы работы с составом изделия. Приложение Teamcenter Менеджер структуры. Понятия WOM, EWOM и MWOM. Создание и редактирование состава изделия. Операции вставки, вырезания и копирования. Сворачивание и разворачивание состава изделия, сортировка дерева, печать состава. Открытие состава изделия в CAD-системе. Создание состава изделия в Менеджере структуры. Создание состава изделия через CAD-систему. Добавление геометрии в компонент состава. Создание компонента в контексте сборки. Набор отверстий в сборке. Вырез в сборке. Понятие «Исполнение изделия». Разработка вариантного состава сборки.	20	20	-	34
3. Проектирование сборок с применением ассоциативных связей.					
	Понятие инструментов WAVE. Построение ассоциативно связанных геометрических объектов. Навигатор сборки в режиме WAVE. Редактор ассоциативности. Анализ взаимосвязи частей. Диаграмма WAVE-графическое представление связей Понятие скелет и контрольная структура сборки. Работа с контрольной структурой. Параметризация контрольной структуры и сборки.	13	13	-	26
4. Работа с офисными документами в Microsoft Office Client.					
	Управление данными с помощью Microsoft Office. Интерфейс приложения "Клиент Microsoft Office". Основные задачи клиента Microsoft Office. Создание папок, элементов и наборов данных. Поиск информации через клиент. Открытие и обновление наборов данных и вставка объектов Teamcenter в документ Microsoft Office.	2	2	-	4
5. Запуск и использование рабочих процессов.					
	Понятие рабочего процесса в Teamcenter. Краткие сведения о создании рабочего процесса. Инициирование рабочего процесса. Проверка задач рабочего процесса. Просмотр информации о процессе и отслеживание состояния процесса. Статусы рабочего процесса.	2	2	-	4
ВСЕГО		51	51	-	89

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	я работа на подготовку к аудиторным
1. Работа с листовым металлом.					
	<p>Введение в листовый металл. Настройки модуля NX «Листовой металл».</p> <p>Построение базового тела. (Преобразование. Пластина). Построение фланцев (Фланец. Фланец по контуру. Фланец по двум сечениям). Вырез по нормали.</p> <p>Операции построения и редактирования сгиба. (Сгиб. Разогнуть сгиб. Согнуть сгиб. Завальцовка. Подсечка.)</p> <p>Операции построения и редактирования углов. (Разделка углов. Закрытый угол. Угол сгиба. Угол с ребра сгибами. Фаска).</p> <p>Операции с элементами штамповки. (Подштамповка. Вентиляционное отверстие. Вытяжка с пробивкой. Ребро жесткости. Пробивка тела. Косынка.)</p> <p>Создание развертки.</p> <p>Работа в приложении NX «Раскрой».</p>	13	13	-	26
2. Работа в модуле «Черчение».					
	<p>Введение в модуль черчения. Назначение модуля. Его запуск. Особенности интерфейса. Настройки модуля. Работа с чертежным листом. Создание. Отображение. Изменение параметров. Удаление.</p> <p>Виды и разрезы. Виды. Симметричные виды. Местный вид. Простой разрез. Сложный разрез. Пол вида пол разреза. Разрез с поворотом. Ломаный разрез. Выравнивание и перемещение видов и разрезов.</p> <p>Аннотации. Создание и работа с текстовыми примечаниями. Допуск формы и расположения. Символ обозначения базы. Номера позиций. Символ шероховатости поверхности. Символ сварки. Символ точки построения. Символ пересечения. Штриховка. Заливка областей.</p> <p>Вспомогательные символы. Осевая линия. Круговая осевая линия болтов. Круговая осевая линия. Симметричная осевая линия. 2D Осевая линия. 3D Осевая линия. Символ смещения точки центра.</p> <p>Создание таблицы. Создание спецификации.</p> <p>Определение и заполнение штампа чертежа. Простановка размеров.</p> <p>Видозависимое редактирование. Изменение границ. Отображение объектов в виде.</p>	13	13	-	26

	Особенности создания сборочных чертежей. Вырез четверти на аксонометрическом виде. Расположения сборки.				
3. Использование рабочих процессов для утверждения чертежа и пояснительной записки.					
	Особенности инициирования рабочего процесса с помощью клиента Microsoft Office. Утверждение документов с использованием рабочих процессов. Просмотр информации о процессе и отслеживание состояния процесса в клиенте Microsoft Office.	2	2	-	4
4. Визуализация и виртуальное прототипирование.					
	Введение в Расширенную студию. Режимы отображения. Студия системных материалов. Настройка и применение материалов к детали. Настройки сцены. Фон. Освещение. Окружающая среда. Тени. Создание фотореалистичного изображения. Введение в виртуальную реальность. Оборудование и ПО. Настройки среды VR. Запуск VR. Работа в среде VR.	6	6	-	8
ВСЕГО		34	34	-	64

Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	работа на подготовку к аудиторным
1. 3D-сканирование и обратный инжиниринг					
	Введение в обратный инжиниринг. Технологии и оборудование 3D-сканирования. Методы 3D-сканирования. Программное обеспечение для обратного инжиниринга. Подготовка фасетных тел для работы. Работа с фасетными телами. Разработка моделей на основе конвергентных тел. Разработка моделей на основе сечений, полученных из фасетных тел. Разработка моделей путем создания поверхностей на основе фасетных тел. Анализ отклонений и отражений.	17	17	-	27
ВСЕГО		17	17	-	27

Курс 5 Семестр 10

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	я работа на подготовку к аудиторным
1. Симуляция кинематики.					
	<p>Введение. Модуль NX «Кинематика». Создание нового решения. Типы решателей кинематики. Настройки решения.</p> <p>Понятие «Перемещаемое тело», «Соединение», «Движитель». Типы соединений. Типы движителей.</p> <p>Создание механических передач. Соединение перемещаемых тел. Соединение зубчатой передачи. Рейка и шестерня. Кабельное соединение. 2-3 шарнирное соединение. Создание дискретной трансмиссии.</p> <p>Задание соединителей. Пружина. Демпфер. Втулка. Усилие балки. Подшипник и свойства подшипника.</p> <p>Задание контактов. 3D контакт. Зубчатая передача. Контакт зубьев шестерни. Аналитический контакт и свойства.</p> <p>Создание маркеров, интеллектуальных точек и сенсоров.</p> <p>Задание сил и крутящих моментов. Скаляр силы. Вектор силы. Скаляр момента. Вектор момента. Сила задаваемая пользователем. Менеджер сил, задаваемых пользователем.</p> <p>Проверка модели. Создание решения. Выполнение решения. Расчет статического равновесия. Работа с результатами симуляции кинематики.</p> <p>Перенос нагрузок в приложение Пре/постпроцессор. Анализ податливого тела.</p>	17	34	-	48
ВСЕГО		17	34	-	48

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 6				
1	Введение в систему управления	Работа с системой управления жизненным циклом.	6	4

	жизненным циклом изделия. Базовый курс работы в Teamcenter.			
2	Базовый курс моделирование в NX.	Работа в режиме NX Manager	4	2
3		Введение в твердотельное моделирование.	2	2
4		Работа со вспомогательной геометрией	2	2
5		Работа с эскизом	6	3
6		Создание заметаемых тел	6	3
7		Типовые элементы проектирования.	4	2
8		Параметризация электронно-цифровой модели.	2	2
9		Создание технических условий PMI.	2	2
ВСЕГО:			17	34
семестр №7				
1	Базовый курс работы в модуле «Сборки».	Введение в модуль сборок.	2	2
2		Добавление компонентов в сборку. Управление расположением компонентов.	6	4
3		Массив компонентов. Зеркальная сборка.	4	2
4		Работа с большими сборками.	2	2
5	Создание сборок методом сверху-вниз с использованием Менеджера структуры Teamcenter.	Создание сборки сверху-вниз.	20	17
6	Проектирование сборок с применением ассоциативных связей.	Разработка сборочной единицы с применением ассоциативных связей.	13	13
7	Работа с офисными документами в Microsoft Office Client.	Разработка текстового документа	2	2
8	Запуск и использование рабочих процессов.	Рабочий процесс.	2	2
ВСЕГО:			51	44
семестр №8				
1	Работа с листовым металлом.	Создание детали из листового металла	3	3
2		Построение сгиба.	5	5
3		Построение элементов штамповки. Создание развертки и раскроя.	5	5
4	Работа в модуле	Добавление видов на чертеже.	4	5

5	«Черчение».	Добавление аннотаций на чертеже.	4	4
6		Добавление вспомогательных символов.	2	2
7		Добавление размеров.	2	2
8	Использование рабочих процессов для утверждения чертежа и пояснительной записки.	Использование рабочих процессов.	2	2
9	Визуализация и виртуальное прототипирование.	Создание фотореалистичного изображения.	6	4
ВСЕГО:			34	32
семестр №9				
1	3D-сканирование и обратный инжиниринг	Основы обратного инжиниринга	7	6
2		Подготовка фасетных тел для работы. Работа с фасетными телами.	10	8
ВСЕГО:			17	14
семестр №10				
1	Симуляция кинематики.	Введение в модуль «Симуляция кинематики»	4	2
2		Создание механических передач.	4	4
3		Задание соединений.	6	4
4		Задание контактов.	4	4
5		Задание маркеров.	4	2
6		Задание силового воздействия.	4	2
7		Проверка и расчет модели.	4	2
8		Анализ податливого тела.	4	4
ВСЕГО:			34	24

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта

В процессе выполнения курсового проекта осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета

Учебным планом предусмотрен курсовой проект с объемом самостоятельной работы студента (СРС) – 54 часа.

Цель выполнения курсового проекта – научить обучающихся:

1. Разрабатывать цифровые двойники деталей и сборочных единиц технологических машин и комплексов предприятий строительной индустрии.
2. Планировать и управлять данными проекта с использованием рабочих

процессов.

3. Разрабатывать цифровые двойники деталей и сборочных единиц с применением контрольной структуры и ассоциативных связей WAVE.

Тематика курсового проекта: На основании подготовленного задания выполнить проектирование сборочной единицы оборудования промышленности строительных материалов с использованием PLM-технологий.

Содержание курсового проекта:

- а) Электронно-цифровая модель сборочной единицы;
- б) Пояснительная записка;
- б) Чертеж общего вида;
- в) Чертежи деталей с применением технических условий PMI;
- в) спецификации к чертежу общего вида.

Пояснительная записка включает в себя:

Содержание.

Введение.

1. Описание оборудования и сборочной единицы (по заданию).
2. Обзор PLM-системы Teamcenter.
3. Разработка состава изделия.
4. Обзор CAD/CAM/CAE-системы.
 - 4.1. Разработка контрольной структуры.
 - 4.2. Разработка электронно-цифровой модели сборочной единицы.
5. Разработка конструкторской документации.
6. Согласование готового изделия по рабочему процессу.

Список литературы.

Приложения.

Объем пояснительной записки – 30-50 стр.

Графическая часть:

Чертеж общего вида с 3D-видом – 2 листа ф.А1.

Чертежи деталей (PMI) – 2 листа ф.А1.

Объем графической части – 4 листа ф.А1.

Текущий контроль по выполнению курсового проекта осуществляется в соответствии с календарным планом выполнения курсового проекта. Руководитель проекта осуществляет контроль за реализацией календарного плана на консультациях по курсовому проектированию.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН выполнения курсового проекта

№ п/п	Наименование этапов работы	Контрольные точки выполнения курсовой работы	Примеч.
	Выдача задания на выполнение курсового проекта	1-ая неделя	
	Изучение и анализ сведений о конструкции сборочной единицы технологического оборудования.	1 – 2 недели	
	Разработка предварительного состава изделия.	3 – 4 недели	
	Разработка электронного состава изделия.	5 – 6 недели	
	Разработка контрольной структуры.	7-ая неделя	

	Разработка электронно-цифровой модели сборочной единицы.	8 – 13 недели	
	Разработка конструкторской документации. Проверка графической части на соответствие стандартам ЕСКД. Подготовка доклада на защиту курсового проекта	14 – 16 недели	
	Публичная защита курсового проекта	17-ая неделя	

Руководитель _____

Публичная защита курсового проекта принимается комиссией, включающей руководителя курсового проекта и преподавателей кафедры механического оборудования, а также на ней присутствуют студенты и любые желающие.

Дифференциальный зачет выставляется коллегиально, включает в себя оценку разработанной электронно-цифровой модели и конструкторской документации, ее соответствие стандартам ЕСКД, публичного доклада и ответов на все вопросы, заданные членами комиссии и присутствующих на защите.

Типовые вопросы

1. Назначение сборочной единицы.
2. Понятие PLM-система.
3. Понятия CAD-, CAM-, CAE-система.
4. Что такое предварительный состав изделия?
5. Что такое электронный состав изделия?
6. В каком приложении PLM-системы Teamcenter разрабатывается электронный состав изделия?
7. Понятия WOM, EWOM, MWOM.
8. Методы создания сборок в системах автоматизированного проектирования.
9. Что такое контрольная структура сборки?
10. Концепция мастер-модели.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Тема индивидуального домашнего задания (6 семестр) – Разработка электронно-цифровых моделей деталей с простановкой технических условий (РМТ).

Тема индивидуального домашнего задания (8 семестр) – Создание электронно-цифровой модели сборочной единицы с разработкой конструкторской документации, последовательности сборки и разнесенного вида.

Тема индивидуального домашнего задания (9 семестр) – Выполнение обратного инжиниринга на основе подготовленного скана изделия с разработкой конструкторской документации.

Тема индивидуального домашнего задания (10 семестр) – Разработка электронно-цифровой модели сборочной единицы и проведение кинематического анализа.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-6.3 – Использует программное обеспечение для цифрового проектирования и управления жизненным циклом изделий при решении профессиональных задач	Зачет Устный опрос по выполнению практических занятий и собеседование по контрольным вопросам
ОПК-6.4 – Разрабатывает цифровые двойники технологических машин и оборудования и создает проектно-конструкторскую и рабочую конструкторскую документацию	Экзамен Устный опрос по выполнению практических занятий и собеседование по контрольным вопросам Дифференцированный зачет по выполнению и защите курсового проекта

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
семестр № 7		
1	Введение в систему управления жизненным циклом изделия. Базовый курс работы в Teamcenter.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Жизненный цикл изделия. 2) Этапы жизненного цикла изделия. 3) Обзор программного обеспечения для управления жизненным циклом изделия. 4) PLM системе Teamcenter. Назначение, общие понятия и определения. 5) Тонкий и толстый клиенты Teamcenter. Особенности и отличия. 6) Учетная запись пользователя Teamcenter. Запуск портала. 7) Начало работы. 8) Обзор приложений толстого клиента Teamcenter. 9) Запуск приложения Мой Teamcenter. Обзор интерфейса. 10) Панель навигации. Панель быстрых ссылок. Панель поиска. 11) Рабочая область. Папки, входящие в рабочую область. 12) Создание папки пользователя в рабочей области. 13) Структура объекта в Teamcenter. Ревизия объектов. 14) Создание объектов в Teamcenter. Объекты типа

		<p>«Элемент» и «Документ». Переименование объектов.</p> <p>15) Типы наборов данных. Создание наборов данных. Примеры наборов данных.</p> <p>16) Операции редактирования в приложении Мой Teamcenter.</p> <p>17) Команды вставки, копирования, вырезания объектов.</p> <p>18) Поиск информации в Мой Teamcenter. Критерии поиска.</p> <p>19) Поиск по имени и идентификатору объекта.</p> <p>20) Поиск информации в Мой Teamcenter. Критерии поиска.</p> <p>21) Поиск по владельцу и по дате создания.</p> <p>22) Поиск информации в Мой Teamcenter. Критерии поиска.</p> <p>23) Создание фильтров поиска и сохранение поисковых запросов.</p>
2	<p>Базовый курс моделирование в NX</p>	<p>1) Работа с NX в режиме Standalone. Создание, сохранение, поиск, открытие набора данных.</p> <p>2) Интерфейс NX. Структура интерфейса. Ленточная панель, строка меню, настройка, добавление команд, группы команд, палетты. Рабочая область, системы координат. Роли, запуск приложений.</p> <p>3) Работа с изображением, управление изображением (панорамирование, манипуляции мышью, горячие клавиши, управление видами, окна).</p> <p>4) Выбор геометрии. Фильтры выбора, уточненная фильтрация. Опции привязки.</p> <p>5) Работа с системой координат (виды систем координат: абсолютная, рабочая, базовая). Управление РСК (перемещение, вращение, сохранение текущего положения РСК).</p> <p>6) Основные понятия твердотельного моделирования.</p> <p>7) Координатные элементы: плоскость. Способы построения координатных плоскостей: на расстоянии, под углом, средняя линия, касательно и др. Редактирование координатных плоскостей.</p> <p>8) Координатные элементы: ось. Способы построения координатных осей: пересечение, точка и направление, две точки и др. Редактирование координатных осей. Меню вектора</p> <p>9) Координатные элементы: точка. Способы построения координатных точек: контекстная точка, конечная точка, между двумя точками, точно на грани и др. Редактирование координатных осей.</p> <p>10) Использование слоев, категории слоев. Перемещение объекта, создание группы слоев.</p> <p>11) Навигатор модели (назначение, возможности, порядок работы).</p> <p>12) Эскиз. Задание плоскости и начала координат. Перепривязка эскиза.</p> <p>13) Эскиз в среде задач и прямое редактирование.</p> <p>14) Кривые эскиза. Профиль, линия, дуга, точка.</p> <p>15) Кривые эскиза. Прямоугольник, окружность, сплайн, эллипс.</p>

		<p>16) Редактирование кривых эскиза. Скругление, фаска, кривая смещения, кривая отражения, кривая пересечения.</p> <p>17) Редактирование кривых эскиза. Добавить существующие кривые. Проецирование кривой. Точка пересечения. Массив кривой. Обрезка и удлинение.</p> <p>18) Геометрические ограничения, типы геометрических</p> <p>19) ограничений.</p> <p>20) Размерные ограничения, типы размерных ограничений.</p> <p>21) Показать/удалить ограничения. Проверка управляемости эскиза. Вспомогательные размеры.</p> <p>22) Команда «Вытягивание». Способы построения тела вытягиванием: простое вытягивание, симметричное вытягивание, через тело, смещение, уклон.</p> <p>23) Команда «Вращение». Способы построения тела вращения. Задание вектора и точки. Смещение.</p> <p>24) Построение тела командой «Заметание». Задание сечения и направляющих. Опции расположения сечения, выравнивание, метод ориентации.</p> <p>25) Булевы операции.</p> <p>26) Построение тела командами «Заметание вдоль направляющей» и «Труба».</p> <p>27) Построение тела командой «Переменное заметание».</p> <p>28) Построение фасок и скруглений (виды, порядок построения).</p> <p>29) Обрезка твердотельной геометрии (виды, порядок построения).</p> <p>30) Наклон граней (виды, порядок построения).</p> <p>31) Оболочка. Резьба. Порядок построения.</p> <p>32) Зеркальное тело и зеркальный элемент. Порядок построения.</p> <p>33) Разделить грань и разделить тело. Порядок построения.</p> <p>34) Создание массива (виды, порядок построения).</p> <p>35) Построение отверстия (виды, порядок построения).</p> <p>36) Ссылочные наборы. Создание ссылочных наборов.</p> <p>37) Выделение геометрии.</p> <p>38) Анализ геометрии. Check-Mate. Проверка и очистка части.</p> <p>39) Воспроизведение истории построения модели.</p> <p>40) Измерение длины и измерение тел.</p> <p>41) Сечение. Отобразить и изменить сечение. Настройки сечения.</p>
3	<p>Базовый курс работы в модуле «Сборки»</p>	<p>1) Сборки в NX. Интерфейс модуля. Основные понятия и определения сборок. Навигатор сборки. Создание сборки.</p> <p>2) Проектирование сборок. Создание сборки методом «Снизу-вверх».</p> <p>3) Проектирование сборок. Создание сборки методом «Сверху-вниз».</p> <p>4) Опции загрузки сборки. Типы загрузки. Частичная загрузка.</p> <p>5) Выбор ссылочных наборов.</p> <p>6) Команда "Добавить компонент" в модуле «Сборки» (назначение, порядок использования).</p>

		<p>7) Команда "Создать массив компонент" в модуле «Сборки» (назначение, порядок использования).</p> <p>8) Команда «Заменить компонент» в модуле «Сборки» (назначение, порядок использования).</p> <p>9) Сопряжения в сборке. Понятие о степенях свободы. Типы сопряжений, их назначение. Выравнивание по касанию, фиксация, соединение. Редактирование и удаление сопряжений.</p> <p>10) Сопряжения в сборке. Понятие о степенях свободы. Типы сопряжений, их назначение. Концентричность, угол, центр.</p> <p>11) Редактирование и удаление сопряжений.</p> <p>12) Сопряжения в сборке. Понятие о степенях свободы. Типы сопряжений, их назначение. Расстояние, параллельный, перпендикулярный, оптимизация.</p> <p>13) Редактирование и удаление сопряжений.</p> <p>14) Команда «Запомнить ограничения сборки».</p> <p>15) Команда «Зеркальная сборка» в модуле «Сборки» (назначение, порядок использования).</p> <p>16) Создание разнесенных видов в модуле «Сборки». Линии трассировки.</p> <p>17) Создание последовательности сборки. Положение камеры. Экспорт в видеоролик.</p> <p>18) Анализ зазоров в сборке (назначение, порядок использования). Создание набора. Изучение геометрии пересечения.</p>
4	Создание сборок методом сверху-вниз с использованием Менеджера структуры Teamcenter	<p>1) Менеджер структуры. Назначение. Запуск.</p> <p>2) Создание состава изделия в Менеджере структуры.</p> <p>3) Создание состава изделия в САД системе.</p> <p>4) Операции редактирования состава изделия.</p> <p>5) Сравнение составов изделия.</p> <p>6) Создание сборочных единиц с использованием Менеджера структуры.</p> <p>7) Контрольная структура и ее назначение. Создание контрольной структуры в САД системе.</p> <p>8) Вариантное изделие в Teamcenter. Способы его создания.</p> <p>9) Подготовка геометрии к использованию в вариантных структурах. Создание опций и их значений.</p> <p>10) Конфигурирование вариантных изделий и их создание.</p>
5	Проектирование сборок с применением ассоциативных связей.	<p>1) Понятие инструментов WAVE. Построение ассоциативно связанных геометрических объектов.</p> <p>2) Навигатор сборки в режиме WAVE. Редактор ассоциативности.</p> <p>3) Анализ взаимосвязи частей. Диаграмма WAVE-графическое представление связей</p> <p>4) Понятие скелет и контрольная структура сборки. Работа с контрольной структурой.</p> <p>5) Параметризация контрольной структуры и сборки.</p>
6	Работа с офисными документами в Microsoft Office Client.	<p>1) Обзор приложения «Клиент Microsoft Office». Особенности хранения данных.</p> <p>2) Создание наборов данных в приложении «Клиент Microsoft Office».</p>

		3) Операции сохранения, открытия и поиска данных в приложении «Клиент Microsoft Office».
7	Запуск и использование рабочих процессов.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Что такое рабочий процесс. 2) Особенности создания рабочего процесса в PLM системе Teamcenter. Типы рабочих процессов. 3) Инициализация рабочего процесса. Работа с разделом «Мои задачи» Teamcenter. 4) Редактирование задач рабочего процесса. Управление ссылками.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

5.3.1. Текущий контроль по практическим (семинарским) занятиям осуществляется в форме выполнения практических занятий, устного опроса и собеседования по контрольным вопросам.

Семестр №6		
1	Практическое занятие №1 Работа с системой управления жизненным циклом.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Жизненный цикл изделия. 2) Этапы жизненного цикла изделия. 3) Обзор программного обеспечения для управления жизненным циклом изделия. 4) PLM системе Teamcenter. Назначение, общие понятия и определения. 5) Тонкий и толстый клиенты Teamcenter. Особенности и отличия. 6) Учетная запись пользователя Teamcenter. Запуск портала. 7) Начало работы. 8) Обзор приложений толстого клиента Teamcenter. 9) Запуск приложения Мой Teamcenter. Обзор интерфейса. 10) Панель навигации. Панель быстрых ссылок. Панель поиска. 11) Рабочая область. Папки, входящие в рабочую область. 12) Создание папки пользователя в рабочей области. 13) Структура объекта в Teamcenter. Ревизия объектов. 14) Создание объектов в Teamcenter. Объекты типа «Элемент» и «Документ». Переименование объектов. 15) Типы наборов данных. Создание наборов данных. Примеры наборов данных. 16) Операции редактирования в приложении Мой Teamcenter. 17) Команды вставки, копирования, вырезания объектов. 18) Поиск информации в Мой Teamcenter. Критерии поиска. 19) Поиск по имени и идентификатору объекта. 20) Поиск информации в Мой Teamcenter. Критерии поиска. 21) Поиск по владельцу и по дате создания.

		<p>22) Поиск информации в Мой Teamcenter. Критерии поиска.</p> <p>23) Создание фильтров поиска и сохранение поисковых запросов.</p>
2	<p>Практическое занятие №2 Работа в режиме NX Manager</p>	<p>1) Работа в NX Manager. Создание, сохранение, поиск, открытие набора данных.</p> <p>2) Интерфейс NX. Структура интерфейса. Ленточная панель, строка меню, настройка, добавление команд, группы команд, палетты.</p> <p>3) Рабочая область, системы координат. Роли, запуск приложений.</p> <p>4) Работа с изображением, управление изображением (панорамирование, манипуляции мышью, горячие клавиши, управление видами, окна).</p> <p>5) Выбор геометрии. Фильтры выбора, уточненная фильтрация. Опции привязки.</p>
3	<p>Практическое занятие №3 Введение в твердотельное моделирование.</p>	<p>1) Основные понятия твердотельного моделирования.</p> <p>2) Работа с системой координат.</p> <p>3) Виды систем координат: абсолютная, рабочая, базовая).</p> <p>4) Управление РСК (перемещение, вращение, сохранение текущего положения РСК).</p>
4	<p>Практическое занятие №4 Работа со вспомогательной геометрией.</p>	<p>1) Координатные элементы: плоскость. Способы построения координатных плоскостей: на расстоянии, под углом, средняя линия, касательно и др. Редактирование координатных плоскостей.</p> <p>2) Координатные элементы: ось. Способы построения координатных осей: пересечение, точка и направление, две точки и др. Редактирование координатных осей. Меню вектора</p> <p>3) Координатные элементы: точка. Способы построения координатных точек: контекстная точка, конечная точка, между двумя точками, точно на грани и др. Редактирование координатных осей.</p> <p>4) Использование слоев, категории слоев. Перемещение объекта, создание группы слоев.</p> <p>5) Навигатор модели (назначение, возможности, порядок работы).</p>
5	<p>Практическое занятие №5 Работа с эскизом.</p>	<p>1) Эскиз. Задание плоскости и начала координат. Перепривязка эскиза.</p> <p>2) Эскиз в среде задач и прямое редактирование.</p> <p>3) Кривые эскиза. Профиль, линия, дуга, точка.</p> <p>4) Кривые эскиза. Прямоугольник, окружность, сплайн, эллипс.</p> <p>5) Редактирование кривых эскиза. Скругление, фаска, кривая смещения, кривая отражения, кривая пересечения.</p> <p>6) Редактирование кривых эскиза. Добавить существующие кривые. Проецирование кривой. Точка пересечения. Массив кривой. Обрезка и удлинение.</p> <p>7) Геометрические ограничения, типы геометрических ограничений.</p> <p>8) Размерные ограничения, типы размерных ограничений.</p>

		9) Показать/удалить ограничения. Проверка управляемости эскиза. Вспомогательные размеры.
6	Практическое занятие №6 Создание заметаемых тел	1) Команда «Вытягивание». Способы построения тела вытягиванием: простое вытягивание, симметричное вытягивание, через тело, смещение, уклон. 2) Команда «Вращение». Способы построения тела вращения. Задание вектора и точки. Смещение. 3) Построение тела командой «Заметание». Задание сечения и направляющих. Опции расположения сечения, выравнивание, метод ориентации. 4) Булевы операции. 5) Построение тела командами «Заметание вдоль направляющей» и «Труба».
7	Практическое занятие №7 Типовые элементы проектирования.	1) Построение тела командой «Переменное заметание». 2) Построение фасок и скруглений (виды, порядок построения). 3) Обрезка твердотельной геометрии (виды, порядок построения). 4) Наклон граней (виды, порядок построения). 5) Оболочка. Резьба. Порядок построения. 6) Зеркальное тело и зеркальный элемент. Порядок построения. 7) Разделить грань и разделить тело. Порядок построения. 8) Создание массива (виды, порядок построения). 9) Построение отверстия (виды, порядок построения).
8	Практическое занятие №8 Параметризация электронно-цифровой модели.	1) Пример параметризации электронно-цифровой модели.
9	Практическое занятие №9 Создание технических условий PMI.	1) Создание вида технических условий. 2) Добавление размеров. 3) Добавление аннотаций. 4) Добавление вспомогательных символов. 5) Создание чертежа.
Семестр №7		
1	Практическое занятие №1 Введение в модуль сборок.	1) Сборки в NX. Интерфейс модуля. Основные понятия и определения сборок. Навигатор сборки. Создание сборки. 2) Проектирование сборок. Создание сборки методом «Снизу-вверх». 3) Проектирование сборок. Создание сборки методом «Сверху-вниз».
2	Практическое занятие №2 Добавление компонентов в сборку. Управление расположением компонентов.	1) Команда «Добавить компонент» в модуле «Сборки» (назначение, порядок использования). 2) Команда «Заменить компонент» в модуле «Сборки» (назначение, порядок использования). 3) Сопряжения в сборке. Понятие о степенях свободы. Типы сопряжений, их назначение. Выравнивание по касанию, фиксация, соединение. Редактирование и удаление сопряжений. 4) Сопряжения в сборке. Понятие о степенях свободы. Типы сопряжений, их назначение. Концентричность, угол, центр. 5) Редактирование и удаление сопряжений. 6) Сопряжения в сборке. Понятие о степенях свободы.

		<p>Типы сопряжений, их назначение. Расстояние, параллельный, перпендикулярный, оптимизация.</p> <p>7) Редактирование и удаление сопряжений.</p> <p>8) Команда «Запомнить ограничения сборки».</p>
3	<p>Практическое занятие №3 Массив компонентов. Зеркальная сборка.</p>	<p>1) Команда «Создать массив компонент» в модуле «Сборки» (назначение, порядок использования).</p> <p>2) Команда «Зеркальная сборка» в модуле «Сборки» (назначение, порядок использования).</p>
4	<p>Практическое занятие №4 Работа с большими сборками.</p>	<p>1) Опции загрузки сборок.</p> <p>2) Типы загрузки сборок.</p> <p>3) Статус загрузки сборки.</p> <p>4) Опция «Частичная загрузка».</p> <p>5) Выбор ссылочных наборов.</p> <p>6) Обертка сборки.</p> <p>7) Внешняя оболочка.</p> <p>8) Упрощение сборки.</p> <p>9) Контур изделия.</p> <p>10) Зонирование и группы компонентов.</p>
5	<p>Практическое занятие №5 Создание сборки сверху-вниз.</p>	<p>1) Понятие метода сборки сверху-вниз. Понятие состава изделия, основы работы с составом изделия.</p> <p>2) Приложение Teamcenter Менеджер структуры. Понятия WOM, EWOM и MWOM.</p> <p>3) Создание и редактирование состава изделия. Операции вставки, вырезания и копирования.</p> <p>4) Сворачивание и разворачивание состава изделия, сортировка дерева, печать состава. Открытие состава изделия в САД-системе.</p> <p>5) Создание состава изделия в Менеджере структуры. Создание состава изделия через САД-систему.</p> <p>6) Добавление геометрии в компонент состава. Создание компонента в контексте сборки.</p> <p>7) Набор отверстий в сборке. Вырез в сборке.</p> <p>8) Понятие «Исполнение изделия». Разработка вариантного состава сборки.</p>
6	<p>Практическое занятие №6 Разработка сборочной единицы с применением ассоциативных связей.</p>	<p>1) Понятие инструментов WAVE. Построение ассоциативно связанных геометрических объектов.</p> <p>2) Навигатор сборки в режиме WAVE. Редактор ассоциативности.</p> <p>3) Анализ взаимосвязи частей. Диаграмма WAVE-графическое представление связей</p> <p>4) Понятие скелет и контрольная структура сборки. Работа с контрольной структурой.</p> <p>5) Параметризация контрольной структуры и сборки.</p>
7	<p>Практическое занятие №7 Разработка текстового документа</p>	<p>1) Управление данными с помощью Microsoft Office.</p> <p>2) Интерфейс приложения «Клиент Microsoft Office».</p> <p>3) Основные задачи клиента Microsoft Office. Создание папок, элементов и наборов данных.</p> <p>4) Поиск информации через клиент.</p> <p>5) Открытие и обновление наборов данных и вставка объектов Teamcenter в документ Microsoft Office.</p>
8	<p>Практическое занятие №8 Рабочий процесс.</p>	<p>1) Понятие рабочего процесса в Teamcenter.</p> <p>2) Краткие сведения о создании рабочего процесса.</p> <p>3) Инициирование рабочего процесса.</p> <p>4) Проверка задач рабочего процесса.</p>

		5) Просмотр информации о процессе и отслеживание состояния процесса. 6) Статусы рабочего процесса.
Семестр №8		
1	Практическое занятие №1 Создание детали из листового металла	1) Введение в листовой металл. 2) Настройки модуля NX «Листовой металл». 3) Построение базового тела. Команда «Преобразование». 4) Построение базового тела. Команда «Пластина». 5) Построение фланцев. Команда «Фланец». 6) Построение фланцев. Команда «Фланец по контуру». 7) Построение фланцев. Команда «Фланец по двум сечениям». 8) Команда «Вырез по нормали».
2	Практическое занятие №2 Построение сгиба.	1) Операции построения и редактирования сгиба. Команда «Сгиб». 2) Операции построения и редактирования сгиба. Команда «Разогнуть сгиб». 3) Операции построения и редактирования сгиба. Команда «Согнуть сгиб». 4) Операции построения и редактирования сгиба. Команда «Завальцовка». 5) Операции построения и редактирования сгиба. Команда «Подсечка». 6) Операции построения и редактирования углов. Команда «Разделка углов». 7) Операции построения и редактирования углов. Команда «Закрытый угол». 8) Операции построения и редактирования углов. Команда «Угол сгиба». 9) Операции построения и редактирования углов. Команда «Угол с тремя сгибами». 10) Операции построения и редактирования углов. Команда «Фаска».
3	Практическое занятие №3 Построение элементов штамповки. Создание развертки и раскроя.	1) Операции с элементами штамповки. Команда «Подштамповка». 2) Операции с элементами штамповки. Команда «Вентиляционное отверстие». 3) Операции с элементами штамповки. Команда «Вытяжка с пробивкой». 4) Операции с элементами штамповки. Команда «Ребро жесткости». 5) Операции с элементами штамповки. Команда «Пробивка тела». 6) Операции с элементами штамповки. Команда «Косынка».
4	Практическое занятие №4 Добавление видов на чертеже.	1) Модуль «Черчение» в NX. Порядок создания чертежа. Интерфейс модуля. 2) Создание нового чертежа. Навигатор модели. Добавление листа чертежа. 3) Добавление базового вида. Настройки вида. 4) Создание проекционного вида. Задание направления взгляда. 5) Создание сечения/разреза. Задание секущей плоскости

		и ориентации сечения. 6) Создание ломаного сечения. Задание секущих плоскостей и ориентации сечения. 7) Создание сложного сечения. Задание секущих плоскостей и ориентации сечения. 8) Создание и редактирование выносного вида. 9) Создание и редактирование местного вырыва. 10) Создание вида с разрывом. Опции и порядок создания разорванного вида. 11) Обновление видов. Редактирование границы вида. 12) Перемещение/копирование видов. Задание выравнивание вида. 13) Показать/скрыть компоненты в виде. Применение команды «Видозависимое изменение». Задание отображения компонента в виде.
5	Практическое занятие №5 Добавление аннотаций на чертеже.	1) Нанесение надписей на чертеж. 2) Простановка шероховатости поверхностей. 3) Создание и редактирование таблиц.
6	Практическое занятие №6 Добавление вспомогательных символов.	1) Простановка осевых линий. 2) Виды осевых линий. 3) Создание разрыва осевой линии.
7	Практическое занятие №7 Добавление размеров.	1) Простановка размеров. 2) Настройки размеров. 3) Нанесение допусков и предельных отклонений размеров.
8	Практическое занятие №8 Использование рабочих процессов.	1) Процесс согласования конструкторской пояснительной записки. Согласование записки по главам. 2) Инициализация рабочего процесса в приложении «Клиент Microsoft Office». Особенности. 3) Чтение меток и исправление ошибок в пояснительной записке. 4) Процесс согласования конструкторской документации. 5) Просмотр меток в Визуализаторе Teamcenter и их исправление.
9	Практическое занятие №9 Создание фотореалистичного изображения.	1) Введение в Расширенную студию. Режимы отображения. 2) Студия системных материалов. Настройка и применение материалов к детали. 3) Настройки сцены. Фон. Освещение. Окружающая среда. Тени. 4) Создание фотореалистичного изображения. 5) Введение в виртуальную реальность. Оборудование и ПО. 6) Настройки среды VR. Запуск VR. Работа в среде VR.
Семестр №9		
1	Практическое занятие №1 Основы обратного инжиниринга	1) Введение в обратный инжиниринг. 2) Технологии и оборудование 3D-сканирования. 3) Методы 3D-сканирования. 4) Программное обеспечение для обратного инжиниринга.
2	Практическое занятие №2 Подготовка фасетных тел для работы. Работа с фасетными	1) Подготовка фасетных тел для работы. 2) Работа с фасетными телами. 3) Разработка моделей на основе конвергентных тел.

	талами.	4) Разработка моделей на основе сечений, полученных из фасетных тел. 5) Разработка моделей путем создания поверхностей на основе фасетных тел. 6) Анализ отклонений и отражений.
Семестр №10		
1	Практическое занятие №1 Введение в модуль «Симуляция кинематики».	1) Введение. Модуль NX «Кинематика». Создание нового решения. 2) Типы решателей кинематики. Настройки решения. 3) Понятие «Перемещаемое тело». 4) Понятие «Соединение». 5) Понятие «Движитель». 6) Типы соединений. Типы движителей.
2	Практическое занятие №2 Создание механических передач.	1) Создание механических передач. Соединение перемещаемых тел. 2) Создание механических передач. Соединение зубчатой передачи. 3) Создание механических передач. Рейка и шестерня. 4) Создание механических передач. Кабельное соединение. 5) Создание механических передач. 2-3 шарнирное соединение. 6) Создание механических передач. Создание дискретной трансмиссии.
3	Практическое занятие №3 Задание соединений.	1) Задание соединителей. Пружина. 2) Задание соединителей. Демпфер. 3) Задание соединителей. Втулка. 4) Задание соединителей. Усилие балки. 5) Задание соединителей. Подшипник и свойства подшипника.
4	Практическое занятие №4 Задание контактов.	1) Задание контактов. 3D контакт. 2) Задание контактов. Зубчатая передача. 3) Задание контактов. Контакт зубьев шестерни. 4) Задание контактов. Аналитический контакт и свойства.
5	Практическое занятие №5 Задание маркеров.	1) Создание маркеров. 2) Создание интеллектуальных точек. 3) Создание сенсоров.
6	Практическое занятие №6 Задание силового воздействия.	1) Задание сил и крутящих моментов. 2) Скаляр силы. 3) Вектор силы. 4) Скаляр момента. 5) Вектор момента. 6) Сила задаваемая пользователем. 7) Менеджер сил, задаваемых пользователем.
7	Практическое занятие №7 Проверка и расчет модели.	1) Проверка модели. Создание решения. 2) Выполнение решения. Расчет статического равновесия. 3) Работа с результатами симуляции кинематики.
8	Практическое занятие №8 Анализ податливого тела.	1) Перенос нагрузок в приложение Пре/постпроцессор. 2) Анализ податливого тела.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основных этапов жизненного цикла изделия; Знание содержания и способов разработки технического задания; Знание стадий разработки конструкторской документации в соответствие со стандартами ЕСКД; Знание функций и структуры цифровых двойников изделий.
Умения	Умение разрабатывать техническое предложение, эскизный и технический проекты, и рабочую конструкторскую документацию; Умение разрабатывать цифровые двойники изделий и, на их основе, создавать проектно-конструкторскую документацию и рабочую конструкторскую документацию
Навыки	Владение программным обеспечением для управления жизненным циклом изделий; Владение программным обеспечением для разработки цифровых двойников изделий; Владение программным обеспечением для проведения обратного инжиниринга.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных этапов жизненного цикла изделия;	Не знает основные этапы жизненного цикла изделия.	Знает основные этапы жизненного цикла изделия, но допускает неточности.	Знает основные этапы жизненного цикла изделия в полном объеме и на хорошем уровне.	Знает в полном объеме и на высоком уровне основные этапы жизненного цикла изделия.
Знание содержания и способов разработки технического задания	Не знает содержания и способы разработки технического задания	Знает содержание и способы разработки технического задания, но допускает неточности.	Знает содержания и способы разработки технического задания в полном объеме и на хорошем уровне.	Знает в полном объеме и на высоком уровне содержания и способы разработки технического задания

Знание стадий разработки конструкторской : документации в соответствие со стандартами ЕСКД	Не знает стадий разработки конструкторской : документации в соответствие со стандартами ЕСКД	Знает стадий разработки конструкторской : документации в соответствие со стандартами ЕСКД, но допускает неточности.	Знает стадий разработки конструкторской : документации в соответствие со стандартами ЕСКД в полном объеме и на хорошем уровне.	Знает в полном объеме и на высоком уровне стадий разработки конструкторской : документации в соответствие со стандартами ЕСКД.
Знание функций и структуры цифровых двойников изделий.	Не знает функций и структуры цифровых двойников изделий	Знает функций и структуры цифровых двойников изделий, но допускает неточности.	Знает функций и структуры цифровых двойников изделий в полном объеме и на хорошем уровне.	Знает в полном объеме и на высоком уровне функций и структуры цифровых двойников изделий.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение разрабатывать техническое предложение, эскизный и технический проекты, и рабочую конструкторскую документацию	Не умеет разрабатывать техническое предложение, эскизный и технический проекты, и рабочую конструкторскую документацию	Умеет разрабатывать техническое предложение, эскизный и технический проекты, и рабочую конструкторскую документацию, но допускает неточности.	Умеет разрабатывать техническое предложение, эскизный и технический проекты, и рабочую конструкторскую документацию в полном объеме и на хорошем уровне.	Умеет в полном объеме и на высоком уровне разрабатывать техническое предложение, эскизный и технический проекты, и рабочую конструкторскую документацию.
Умение разрабатывать цифровые двойники изделий и, на их основе, создавать проектно-конструкторскую документацию и рабочую конструкторскую документацию	Не умеет разрабатывать цифровые двойники изделий и, на их основе, создавать проектно-конструкторскую документацию и рабочую конструкторскую документацию.	Умеет разрабатывать цифровые двойники изделий и, на их основе, создавать проектно-конструкторскую документацию и рабочую конструкторскую документацию, но допускает неточности.	Умеет разрабатывать цифровые двойники изделий и, на их основе, создавать проектно-конструкторскую документацию и рабочую конструкторскую документацию в полном объеме и на хорошем уровне.	Умеет в полном объеме и на высоком уровне разрабатывать цифровые двойники изделий и, на их основе, создавать проектно-конструкторскую документацию и рабочую конструкторскую документацию.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение программным обеспечением для управления жизненным циклом изделий	Не владеет программным обеспечением для управления жизненным циклом изделий	Владеет программным обеспечением для управления жизненным циклом изделий, но допускает неточности.	Владеет программным обеспечением для управления жизненным циклом изделий в полном объеме и на хорошем уровне.	Владеет в полном объеме и на высоком уровне программным обеспечением для управления жизненным циклом изделий.
Владение программным обеспечением для разработки цифровых двойников изделий	Не владеет программным обеспечением для разработки цифровых двойников изделий.	Владеет программным обеспечением для разработки цифровых двойников изделий, но допускает неточности.	Владеет программным обеспечением для разработки цифровых двойников изделий в полном объеме и на хорошем уровне.	Владеет в полном объеме и на высоком уровне программным обеспечением для разработки цифровых двойников изделий.
Владеет программным обеспечением для проведения обратного инжиниринга.	Не владеет программным обеспечением для проведения обратного инжиниринга.	Владеет программным обеспечением для проведения обратного инжиниринга, но допускает неточности.	Владеет программным обеспечением для проведения обратного инжиниринга в полном объеме и на хорошем уровне.	Владеет в полном объеме и на высоком уровне программным обеспечением для проведения обратного инжиниринга.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, экзамена, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
Siemens NX 10, 2008	Исх. № 1114/16 от 24 ноября 2016 года.
Teamcenter 10, 11	Исх. № 1114/16 от 24 ноября 2016 года.
Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов.

1. Ельцов М.Ю., Козлов А.А., Седойкин А.В., Широкова Л.Ю. Учебное пособие. Проектирование в NX под управлением Teamcenter. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011.-781 с.
2. Гончаров П.С., Ельцов М.Ю. Учебное пособие. NX для конструктора-машиностроителя. –М.: ДМК Пресс, 2010. – 504 с.

3. Ельцов М.Ю., Хахалев П.А., Широкова Л.Ю., Анциферов С.И. Альбом чертежей для создания электронно-цифровых моделей сборочных единиц механического оборудования предприятий строительных материалов <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014090311203496100000651830>
4. ГОСТ 2.001-70. Единая система конструкторской документации. Основные положения: [Сборник]. – М.: Изд-во стандартов, 2007.– 286с.
5. Рассохин В.В. Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей. –М.: Машиностроение, 1974. –74 с.
6. Прилуцкий В.А. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2014. – 245 с.
7. Дукмасова В.С., Кочетков В.Н., Краснов В.А. Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей: учебное пособие. Под ред. Дукмасовой В.С. – Челябинск: издательство ЧГТУ, 1995. – 108 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Терликов В.В., Тороп Д.Н. Учебное пособие. Teamcenter. Начало работы. http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/academic/books/teamcenter_download.shtml
2. Гончаров П.С., Ельцов М.Ю. Учебное пособие. NX для конструктора-машиностроителя. http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/about_us/russian_book_nx_download.shtml

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО