

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Технология и оборудование машиностроительных
производств»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 16 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
«ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Направление: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Технология машиностроения

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Дрожжин Сергей
Николаевич
Дата подписания: 21.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Пашков Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 23.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Трёхмерное моделирование» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-2 Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности	ОПК ОС-2.4, ОПК ОС-2.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-2.4	Способен выполнять построения объектов в системах автоматизированного проектирования	Знать самостоятельно выбирать систему автоматизированного проектирования под конкретную задачу. Уметь создавать узлы или механизмы средствами автоматизированного проектирования. Владеть навыками решения задач цифрового моделирования с помощью систем автоматизированного проектирования.
ОПК ОС-2.7	Способен использовать стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования при разработке цифровых моделей объектов	Знать как представляются типовые узлы и механизмы машиностроения при двух и трехмерном компьютерном моделировании. Уметь создавать конструкторскую документацию на узлы или механизмы средствами автоматизированного проектирования. Владеть навыками создания конструкторской документации при помощи цифрового моделирования с помощью систем автоматизированного проектирования.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Трёхмерное моделирование» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Инженерная и компьютерная графика», «Информационные технологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик:
«Автоматизированные системы технологической подготовки производства»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)			
	Всего	Учебный год № 2	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	252	36	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	28	2	14	12
лекции	8	2	6	0
лабораторные работы	20	0	8	12
практические/семинарские занятия	0	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	211	34	90	87
Трудоемкость промежуточной аттестации	13	0	4	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет с оценкой, Экзамен, Курсовая работа		Зачет с оценкой	
				Экзамен, Курсовая работа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Трехмерное моделирование. Введение в интегрированную производственную систему NX	1	2					1	30	Собеседование
2	Модуль моделирование									Собеседование

3	Настройка системы и начало работы в NX							2	4	Собеседование
4	Построение базовых примитивов и кривых. Построение координатной плоскости.									Собеседование
5	Построение с помощью эскизов									Собеседование
6	Слайн									Собеседование
7	Создание параметрической модели без применения эскизов и кривых									Собеседование
8	Поверхностное моделирование									Собеседование
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Формирование сборки методом «снизу-вверх» в системе NX									Отчет по лабораторной работе
2	Позиционирование компонента			2, 6	2					Отчет по лабораторной работе
3	Определение положений деталей			7	1					Отчет по лабораторной работе
4	Формирование сборки методом «сверху - вниз»			8	1					Отчет по лабораторной работе
5	Создание последовательности сборки									Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								4	Зачет с оценкой
	Всего				4				4	

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Подготовка			4, 10	3					Отчет по

	конструкторской документации									лабораторной работе
2	Создание чертежных проекций			5, 7	2					Отчет по лабораторной работе
3	Изменение расположения видов на поле чертежа.			6	1					Отчет по лабораторной работе
4	Нанесение специальных символов.			8	1					Отчет по лабораторной работе
5	Чертежи и работа с РМІ			9	2					Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен, Курсовая работа
	Всего				9				9	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Трехмерное моделирование. Введение в интегрированную производственную систему NX	Для чего нужны 3D системы. Что такое параметризация и когда она нужна. Общая структура модулей NX. Интерфейс пользователя. Базовый модуль Gateway.
2	Модуль моделирование	Принцип мастер-модели. Ассоциативные связи в модели. Структура модуля моделирование. NX/Solid modeling. NX/Feature modeling. NX/Freeform modeling. NX/User defined Features. Диалоговое окно конструктора точки.
3	Настройка системы и начало работы в NX	Типовые функции: - меню выбора объектов, - функция задания вектора, - функция задания плоскости. Базовая система координат. Рабочая система координат(РСК): -начало координат РСК, -поворот РСК, -ориентация РСК при помощи конструктора системы координат
4	Построение базовых примитивов и кривых. Построение координатной плоскости.	Построение примитивов (Блок, цилиндр, конус, сфера) Прямая, Дуга окружности, Скругление, Обрезка. Координатная плоскость и координатная ось.
5	Построение с помощью эскизов	Плоскости задания эскизов. Среда задания эскиза. Основные принципы построения эскиза. Ограничения в эскизе: - размерные, - геометрические.
6	Сплайн	Математическое обоснование кривых Безье. Общие сведения. Построение сплайна по точкам.

		Построение сплайна по полюсам. Построение сплайна наилучшего приближения.
7	Создание параметрической модели без применения эскизов и кривых	Создание базовых и дополнительных элементов. Использование вспомогательных плоскостей для позиционирования элементов. Особенности создания элемента типа «резьба». Создание массива элементов. Изменение порядка построения модели.
8	Поверхностное моделирование	Поверхность по точкам. Линейчатая поверхность. Поверхность по кривым. Поверхность по сетке кривых.

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Формирование сборки методом «снизу-вверх» в системе NX	Добавление компонентов в сборку. Назначение условий сопряжения.
2	Позиционирование компонента	Позиционирование компонента – абсолютное. Позиционирование компонента - по сопряжению. Позиционирование компонента - перестановкой
3	Определение положений деталей	Определение положений деталей в сборках разного уровня. Создание массива деталей. Применение ссылочных наборов.
4	Формирование сборки методом «сверху - вниз»	Конструирование деталей в контексте сборки. Проверка пересечений деталей в сборке. Анализ зазоров.
5	Создание последовательности сборки	Процедура создания последовательности. Инструментальная панель. Навигатор последовательности. Создание и просмотр последовательности.

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Подготовка конструкторской документации	Создание чертежа детали по существующей модели. Нанесение основной надписи. Поворот модели в плоскости чертежа. Создание проекционных видов.
2	Создание чертежных проекций	Построение чертежных разрезов и сечений. Построение выносных видов. Создание разорванного вида. Создание половинчатого вида и сечения.
3	Изменение расположения видов на поле чертежа.	Изменение границ видов. Выравнивание видов. Видозависимое изменение. Изменение штриховки. Определение толщины линий.
4	Нанесение специальных символов.	Простановка размеров. Односторонние размеры. Создание осевых линий. Создание угловых размеров. Создание диаметральных размеров.

		Создание надписей на чертежах.
5	Чертежи и работа с PMI	Чертежные виды и их свойства. Аннотирование и размеры 3D моделей. Наследование на чертежах. Поиск по ТУ.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Интерфейс пользователя	1
2	Настройка системы и начало работы в NX. Создание электронной модели демпфера в среде NX	1
3	Построение координатной плоскости. Создание электронной модели фланца в среде NX	1
4	Построение базовых кривых. Создание электронной модели полумуфты в среде NX	1
5	Построение кривых. Создание электронной модели крышки в среде NX	1
6	Формирование сборки методом «снизу-вверх» в системе NX.	1
7	Определение положений деталей в сборках разного уровня	1
8	Формирование сборки методом «сверху - вниз»	1

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Конструирование деталей в контексте сборки.	1
2	Анализ зазоров в сборке	1
3	Создание последовательности сборки	1
4	Создание чертежа детали по существующей модели	1
5	Построение и изменение расположения видов	1
6	Редактирование элементов чертежа	1
7	Нанесение размеров	1
8	Нанесение специальных символов	1
9	Технические условия	2
10	Нанесение размеров на 3D модели	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических
---	---------	----------------------

		часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	30
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	4

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение компьютерных экспериментов и компьютерных лабораторных работ в дистанционном режиме	55
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	15
3	Подготовка к зачёту	10
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение компьютерных экспериментов и компьютерных лабораторных работ в дистанционном режиме	40
2	Написание курсового проекта (работы)	30
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	17

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: лекции с применением аудио визуальных средств в диалоговом режиме, работа в команде, создание групповых учебных проектов с обсуждением наиболее рациональных методов их выполнения

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Курсовая работа выполняется по варианту преподавателя в системе NX, пояснительная записка по курсовой работе должна соответствовать стандарту предприятия и содержать следующие разделы:

- Титульный лист
- Задание на проектирование
- Содержание
- Введение
- 1. Назначение узлов и деталей
- 2. Создание модели детали в среде NX
- 3. Создание сборки узла
- 4. Описать работу с навигаторами модели и сборки
- 5. Анализ зазоров в сборке

6. Создание презентационного вида детали (узла)
7. Создание чертежа в среде NX для выбранной детали

Пример выполнения курсовой работы находится в методических указаниях по выполнению курсовой работы. Некоторые разделы приведены ниже.

2 Создание модели детали в среде NX

При создании модели №9 «Крышка», проходят следующие этапы:

1. Создание цилиндра диаметром 52 мм и высотой 2.5 мм (рис.1):

Рис. 1 Создание первого цилиндра.

2. Создание цилиндра диаметром 46,4 мм и высотой 10,5 мм с последующим объединением (рис.2):

Рис. 2 Создание второго цилиндра.

3. Создание симметричной фаски 0,1 мм на первом цилиндре (рис.3) :

Рис. 3 Создание фаски.

4. Создание цилиндра диаметром 44,8 мм и высотой 9,3 мм с использованием булевой операции: «Вычитание» (рис.4):

Рис. 4 Создание третьего цилиндра.

5. Создание отверстий диаметром 8 мм с помощью массива элементов (рис.5):

Рис. 5 Создание отверстий на втором цилиндре.

6. Создание цилиндра диаметром 2 мм и высотой 2,5 мм с использованием булевой операции «Вычитание» с последующим массивом элементов (рис.6):

Рис. 6 Создание четвёртого цилиндра.

7. Создание трёх простых отверстий. Первое отверстие диаметром 2 мм и два других диаметрами 1,45 мм под резьбу M2 (рис.7):

Рис. 7 Создание трёх отверстий.

8. Создание цилиндра диаметром 44,8 мм и высотой 1 мм с использованием булевой операции: «Вычитание» (рис.8):

Рис. 8 Создание пятого цилиндра.

9. Создаём симметричную фаску 1 мм на предыдущим цилиндре (рис.9):

Рис.9 Создание фаски в ступенчатом отверстии.

10. Создание цилиндра диаметром 18 мм и высотой 2,2 мм с использованием булевой операции: «Объединение» (рис.10):

Рис.10 Создание шестого цилиндра.

11. Создание цилиндра диаметром 11 мм и высотой 1,1 мм с булевой операцией: «Объединение» (рис.11):

Рис.11 Создание седьмого цилиндра.

12. Создание скругления радиусом 0,1 мм (рис.12):

Рис.12 Создание скругления.

13. Создание цилиндра диаметром 9 мм и высотой 3,1 мм с булевой операцией: «Вычитание» (рис.13):

Рис.13 Создание восьмого цилиндра.

14. Создание симметричной фаски (рис.14):

Рис.14 Создание фаски.

15. Создание цилиндра диаметром 9 мм и высотой 3,1 мм с использованием булевой операции «Вычитание» (рис.15):

Рис.15 Создание девятого цилиндра.

16. Аналогично этапу 15, создаём три цилиндра с заданным диаметром и высотой (рис.16):

Рис.16 Создание десятого, одиннадцатого и двенадцатого цилиндров.
Создаём необходимые скругления радиусом 0,1 мм (рис.17):

Рис.17 Создание скруглений.

17. Создаём симметричную фаску 0,5 мм (рис.18):

Рис.18 Создание фаски на шестом цилиндре.
Создаём симметричную фаску 1,6 мм (рис.19):

Рис.19 Создание фаски на втором цилиндре.

18. Создаём цилиндры с булевой операцией «Вычитание», для того чтобы сделать вырезы для шляпок болтов (рис.20):

Рис.20 Создание вырезов.Создаём отверстие диаметром 1,75 мм, глубиной 2 мм и размножаем его с помощью массива элементов (рис.21):

Рис.21 Создание отверстий.

19. Создание фасок и резьбы в необходимых отверстиях (рис.22):

Рис.22 Создание фасок и резьбы.Создание сборки узла
Рассмотрим создание сборки на примере детали «Пакет ротора с осью»: При сборке изделия необходимо создать новый документ. Далее открываем модуль сборки (рис.23):

Рис.22 Создание сборки.

В появившемся окне выбираем деталь, которую необходимо загрузить (рис.23)

Рис.23 Добавление детали в сборку.

Во вкладке Сборки → Положение компонента → Сопряжения в сборке выбираем необходимые сопряжения. Для данной сборки необходимо выбрать Концентричность. Выбрав необходимые рёбра и нажав кнопку применить мы получим (рис.24):

Рис.24 Сопряжения в сборке.

Таким же путём соединяем остальные детали и получаем необходимое изделие (рис.25)

Рис.25 Готовая сборка узла.

3 Описание работы с навигатором модели и сборки
Навигатор модели выглядит следующим образом (рис.26):

Рис.26 Навигатор модели.

Навигатор модели расположен в левой части экрана. Созданный элемент модели может не отображаться если скрыт. С помощью навигатора модели можно определить последовательность построения детали. Изменять виды модели и камеры. Копировать, удалять или группировать различные элементы детали.

Пример как можно проследить этапы создания детали:

1. Создание цилиндра (рис.27):

Рис.27 Создание цилиндра.

2. Создание фаски (рис.28):

Рис.28 Создание фаски.

3. Создание простого отверстия (рис.29):

Рис.29 Создание отверстия.

4. Создание фаски для резьбы (рис.30):

Рис.30 Создание фаски для резьбы.

5. Создание двух блоков с булевой операцией «Вычитание» (рис.31).

Рис.31 Создание двух блоков.

6. Создаём резьбу (рис.32).

Рис.32 Создание резьбы.

4 Анализ зазоров в сборке

Для того чтобы провести анализ зазоров в сборке, необходимо перейти во вкладку Модель → Анализ → Анализ зазоров в сборке → Выполнить анализ (рис.33)

Рис.33 Анализ зазоров в сборке.

В появившемся окне необходимо выбрать набор зазоров SET1(рис.34)

Рис.34 Установка набора зазоров.

Далее в окне «Просмотр зазоров» необходимо провести анализ всех пересечений. В нашем случае жёсткий тип принадлежит только резьбовым соединениям, следовательно сборка была произведена верно.(рис.35).

Рис.35 Просмотр зазоров.

5 Создание презентационного вида детали(узла)

Рис.36 ГУС-2000

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

По всем разделам отчеты по лабораторным работам должны иметь одинаковую структуру и соответствовать СТО "027-2015 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ".

Построение простых примитивов в системе NX

Описание процедуры:

1. Ознакомиться с построением твердотельных примитивов в модуле Моделирование.
2. Выполнить на компьютере примеры, разобранные в методическом пособии к лабораторной работе.
3. Записать созданную часть на диск.
4. Сдать преподавателю отчет по работе в виде выполненного моделирования на экране компьютера.

Часть работы приведена в следующем примере:

1. Интерфейс пользователя

1. Цель работы: Приобретение первичных навыков по работе с системой NX.

Основные понятия

NX – это интерактивная система автоматического проектирования и изготовления. Для обозначения систем этого класса используется аббревиатура CAD/CAM (Computer-Aided Design и Computer-Aided Manufacturing), что дословно переводится как «Проектирование с помощью компьютера» и «Изготовление с помощью компьютера».

Подсистема CAD предназначена для автоматизации проектных, конструкторских и чертежных работ на современных промышленных предприятиях. Подсистема CAM обеспечивает автоматизированную подготовку управляющих программ для оборудования с ЧПУ на основе математической модели детали, созданной в подсистеме CAD.

Система NX имеет модульную структуру. Каждый модуль выполняет определенные функции. Все функциональные модули вызываются из управляющего модуля, который называется Gateway.

Мы рассмотрим только основные функции модуля Modeling (моделирование). Более подробно функции модулей NX Вы можете изучить самостоятельно

Рис.1 Рабочее окно системы NX

Для запуска NX необходимо в меню Пуск выбрать пункт Программы / NX.

После запуска программы мы увидим следующий экран (рис.1)

Рассмотрим некоторые установочные опции NX и работу с файлами частей на примере нескольких несложных деталей.

Создайте новый файл части с именем Proba1. Для этого обратитесь к пункту верхнего меню Файл/Новый. Найдите Вашу папку и введите имя файла. Единицы измерения выберите миллиметры.

Затем в верхнем меню выберите пункт Приложения/Моделирование или из панели инструментов иконку Моделирование.

Откроется панель инструментов создания моделей. Нажмите иконку создания параллелепипеда.

В появившемся диалоговом окне выберите метод создания тела: путем задания длин ребер и точки вершины, теперь задайте параметры параллелепипеда: $X=10$, $Y=20$, $Z=40$ (рисунок 2а) и нажмите «ОК».

а)

б)

Рис.2. Диалоговое окно задания параметров параллелепипеда

В следующем меню введите координаты точки вершины $X_C=0$; $Y_C=0$; $Z_C=0$ (рисунок 2б) и снова нажмите ОК.

Нажмите Отказ для выхода из меню создания параллелепипеда.

Теперь рассмотрим созданный нами параллелепипед.

Щелкните правой кнопкой мыши где-нибудь на поле экрана. Откроется всплывающее меню работы с видом.

Закрасьте модель:

Режим отображения/Закраска.

Снова установите изображение в виде проволочного каркаса Режим отображения/Проволочная модель.

Попробуйте другие опции этого меню.

Теперь измените отображение сетки для полученной модели. В верхнем меню выберите пункт Изменить/Отображаемый объект. Для выбора объекта редактирования щелкните на модели левой кнопкой мыши. Хотя имеется возможность выбирать объект по типу “Туре”, цвету “Color” и т. д. Для подтверждения выбора нажмите «ОК». В появившемся бланке можно изменить параметры объекта. Параметры U и V – это количество параметрических кривых, образующих тело, в продольном и поперечном направлениях.

Рис.3 Окно редактирования объекта

Установим $U=5$ и $V=5$ и нажмем кнопку Apply (применить) для просмотра результата.

Теперь попробуйте установить $U=2$ и $V=10$ и наоборот $U=10$ и $V=2$. Измените цвет модели Color на Yellow (желтый), Red (красный) или какой-нибудь другой. Каждый раз нажимайте Применить для применения изменений без выхода из меню редактирования, «ОК» для подтверждения изменений с выходом из меню редактирования или Отказ для отмены изменения.

Скройте невидимые линии, выбрав во всплывающем меню работы с видом опцию невидимые ребра, пунктирные или серые.

Создание электронной модели демпфера в среде NX

Цель работы: Приобретение навыков работы построения твердотельных примитивов

I Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со строением твердотельных примитивов в модуле Моделирование.
2. Выполнить на компьютере примеры, разобранные в методическом пособии и приложении 1 к лабораторной работе.
3. Записать созданную часть на диск.
4. Сдать преподавателю отчет по работе в виде выполненного моделирования на экране компьютера.

Рассмотрим построение твердого тела на примере следующей детали (демпфер).

1. Создайте новый файл. Для этого войдите в меню файл/новый. Укажите имя файла. Единицы измерения миллиметры.
2. Постройте цилиндр одним из возможных методов. Размеры первого цилиндра: диаметр 45 мм и высота 22 мм с центром в точке 0, 0, 0.
3. Затем создаем второй цилиндр. Диаметр 60мм, высота (50-22-20) с центром в точке 0, 0, 22.

Замечание: Вместо указания конкретного значения размера можно задать в текстовом окне математическое выражение. Например, в окне цилиндр укажите (50-22-20) и нажмите ок, система произведет подсчёт автоматически.

Рис.9. Окно задания параметров цилиндра

Объединяем цилиндры. В окне булевские операции выберите метод объединить и укажите цилиндр.

Рис.10. Диалоговое окно булевские операции.

4. Создаем третий цилиндр. Диаметр 50мм, высота 22мм с центром в точке 0, 0, 30. И также объединяем их. Результат построения представлен на рисунке 11.

Рисунок 11.

5. Осталось еще прорезать в теле отверстие. Делаем это путем построения двух цилиндров и вычитанием их из уже полученного тела. Строим цилиндры: первый диаметром 30мм, высота (50-13,6) и второй диаметром 44 мм, высотой 13.6мм. С помощью булевских операций вычитаем полученные цилиндры.

Результат построения представлен на рисунке 12.

Рисунок 12. Результат построения

6. Построение фаски.

Для этого щелкните правой кнопкой мыши на любой кнопке. В появившемся контекстном меню выберите опцию настройки. В поле Панели выберите строку Операции с элементами и включите флажок в поле Фаска. Появится иконка После нажатия иконки откроется диалоговое окно выбора метода создания фаски или необходимо на панели инструментов выбрать опцию Вставить/Операции с элементами/Фаска. Затем выберите метод построения фаски и нажмите ОК. Теперь укажите ребра отверстий, на которых будем создавать фаски. Система предлагает продолжить выбор. Чтобы завершить выбор ребер нажмите ОК. Далее в диалоговом окне Фаска укажите размер фаски

Рисунок 13. Диалоговое окно задания метода построения фаски.

7. Сохраните файл.

Рис. 14. Готовая деталь.

Вопросы для контроля:

1. Методы построения блока в NX.
2. Какими еще методами можно построить данную деталь.
3. Методы построения конуса в NX
4. Какие твердотельные примитивы можно построить в NX.

5. Что такое уклон (например 1: 20).

Остальные лабораторные работы выполняются по выше описанной методике.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к лабораторным работам

Цель.

Подготовиться к лабораторной работе, к защите выполненных заданий

Содержание

1.1 Просмотр записей лекционного курса по теме лабораторных работ

1.2 Составление резюме прочитанной главы соответствующего раздела рекомендуемого теоретического источника

1.3 Оформление методов решения задания к лабораторной работе

Требование к отчетным материалам

Подробное пошаговое описание выполнения лабораторной работы с иллюстрацией применяемых инструментальных средств.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах белой бумаги формата А4 в печатном виде. При оформлении отчета используется сквозная нумерация страниц, считая титульный лист первой страницей. Номер страницы на первом листе не ставится. Номера страниц ставятся по центру сверху. При оформлении отчета в печатном виде желательно соблюдать следующие требования. Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный. Для основного текста: нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине. Во всех случаях тип шрифта – TimesNewRoman, отступ абзаца 1,25 см, полуторный междустрочный интервал. Поля: левое – 3 см, остальные – 2 см.

Отчет оформляется в следующем порядке:

1. Титульный лист, оформляется в соответствии с образцом.
2. Задание к лабораторной работе.
3. Цель работы.
4. Краткое содержание работы. Включает теоретическое описание способа или нескольких способов выполнения лабораторной работы, необходимых для получения результата инструментальных средств с описанием их меню.
5. Обработка результатов. Включает описание хода выполнения работы с необходимыми комментариями, блок-схемами и числовыми данными в соответствующих инструментальных средствах.
6. Выводы по результатам выполнения работы.
7. Приложения (рисунок созданной электронной модели детали с навигатором детали)

Самостоятельное изучение инструментальных средств системы NX модуля моделирования (фаска, скругление ребра, винтовая линия и др.).

Проработка лекционного материала с углубленным изучением по методическим указаниям и указанной литературе. Первая глава 3 курса приведена ниже.

Содержание курса

- 1 Формирование сборки методом «снизу-вверх» в системе NX
- 2 Позиционирование компонента
- 3 Определение положений деталей
- 4 Формирование сборки методом «сверху - вниз»
- 5 Подготовка конструкторской документации
- 6 Создание чертежных проекций
- 7 Изменение расположения видов на поле чертежа.
- 8 Редактирование элементов чертежа

Тема 1

ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ СБОРКИ

В системе NX реализована разработка сборок большого размера, причем обеспечивается создание сборочной модели как сверху вниз, так и снизу вверх. Иначе говоря, сборка формируется либо из готовых деталей, либо в одном файле создаются модели разных деталей, а затем они определяются в качестве составляющих данную сборку разноуровневых компонентов. При этом нет нужды заранее определять данный файл в качестве сборочного - в случае необходимости он будет определен таковым де-факто в ходе работы над проектом. Можно создавать сборку любой глубины вложенности, состоящую из неограниченного количества компонентов.

Контекстный поиск, управление изменениями, обнаружение пересечений, мощные средства визуализации, управление данными - все это гарантирует сохранение целостности данных на протяжении всего процесса проектирования. При моделировании сборок предусмотрены такие средства и процессы, с помощью которых согласованная работа всего коллектива разработчиков осуществляется в рамках единой концепции и единых требований к разрабатываемому изделию в целом. В зависимости от текущих задач разработчик может оперативно настроить рабочую среду сборки, контролировать загрузку компонентов при открытии сборки. Использование фильтров по атрибутам, именам компонентов и их пространственному положению позволяет определить и затем загрузить в сборку только те детали, которые находятся в определенной области, или детали с определенными атрибутами. Таким образом, детали, входящие в сборку, создаются и изменяются в контексте данной сборки. Это позволяет обнаружить ошибки на ранних этапах проектирования, оперативно провести необходимые изменения и сделать стоимость подобных изменений менее дорогой. Ассоциативная связь между деталями приводит к тому, что при изменении одной детали остальные детали, связанные с ней, автоматически перемещаются или даже меняют свою геометрию. Существует возможность упрощать точные модели, заменяя их условными телами, что особенно удобно при анализе вариантов, когда важны лишь примерные очертания объекта, обозначающие место его расположения. При работе со сборкой графический навигатор поможет быстро найти нужный компонент или изменить способ его изображения. Система моделирования сборок располагает собственными средствами контроля пересечений деталей и расчета массовых и инерционных характеристик сборочных узлов. Эти средства контроля оптимизированы на работу с большим количеством деталей в сборке. Такие расчеты можно итеративно проводить по мере проектирования изделия. Трехмерная модель большой сборки позволяет разработчику оценить проектируемое изделие без затрат на создание сложных полноразмерных макетов (выполненных из дерева или других материалов) для оценки возможности доступа, монтажа и демонтажа различных агрегатов. Все это вместе с ранним обнаружением взаимных пересечений деталей позволяет, помимо повышения качества проекта, сокращения времени на разработку и уменьшения материальных затрат, исключить целые этапы создания изделия.

Сборочный файл в системе NX имеет такое же расширение, как и файл детали: `pit`. Приступая к формированию сборки, мы не определяем данный файл в качестве сборочного, как в других системах, а просто создаем новый файл: `File -> New` (иконка из панели инструментов). В окне «Имя файла» набираем: `nasos`.

Открываем приложение моделирования сборок: `Application -> Assemblies` или используем комбинацию клавиш `Ctrl+Alt+W`, или из панели инструментов иконку `Assemblies`. После этого должна появиться панель иконок приложения работы со

сборками. Если такая панель не появилась, включаем ее: Tools -> Customize, закладка Toolbars.

Сейчас в навигаторе сборки можно увидеть, что сборка не содержит ни одного элемента. Навигатор сборки открывается функцией View -> Assembly Navigator или клавишами Ctrl+A. Установим в сборке первый базовый компонент.

Формирование сборки «снизу-вверх»: добавление компонентов в сборку

Для добавления компонента в сборку выполняется следующая операция. В главном меню обращаемся к Assemblies -> Components -> Add Existing (или к иконке ). Из соответствующей директории диска, пользуясь функцией

Choose Part File, выбираем файл val.prt. В следующем меню предлагается выбрать ссылочный набор, условие позиционирования и слой, на котором будет расположен добавляемый компонент. Деталь содержит ссылочный набор SOLID, но сейчас мы добавим ее в сборку со ссылочным набором Entire Part, поскольку координатная плоскость (Datum Plane), имеющаяся в модели, будет необходима при определении условий стыковки других деталей с деталью VAL. Условие позиционирования выбираем Absolute (совмещение систем координат файла детали с системой координат сборки). Деталь будет размещена на оригинальном слое (Original), т.е. на том, на котором она хранится в своем файле. OK. Данный слой должен иметь статус Selectable, т.е. объекты на нем должны быть видимыми и доступными для выбора.

Появляется типовое меню выбора точки. Обнуляем координаты. OK. Базовая деталь VAL размещена в сборке.

Меню выбора следующей детали для добавления в сборку осталось открытым (см. рис. 1.1).

Рис. 1.1. Базовый компонент установлен

Опять обращаемся к функции Choose Part File и выбираем файл SHPONKA.JH.

Существует возможность предварительного просмотра добавляемой детали. Для этого в настройках Preferences -> Assemblies необходимо включить функцию Preview Component on Add. Тогда после выбора соответствующей детали в правом верхнем углу будет появляться окно с изображением выбранного компонента (детали или сборки).

Назначение условий сопряжения

Обращаемся к выпадающему списку ссылочных наборов. Поскольку набора SOLID у данного файла нет, выбираем набор Entire Part. Метод позиционирования — Mate, т.е. мы будем сразу назначать условия сопряжения. OK. Появляется меню назначения условий сопряжения. Выбираем тип сопряжения Mate. Фильтр выбираемых объектов для назначения условий сопряжения установлен на Face (Поверхности). Если была включена функция предварительного просмотра, то обращаемся к окну просмотра и указываем нижнюю поверхность шпонки. После этого указываем на валу поверхность в углублении шпоночного паза. Появились стрелки на деталях, показывающие оставшиеся степени свободы у детали после назначения данного условия сопряжения. Выбираем тип сопряжения Center. Указываем цилиндрическую грань на шпонке и соответствующую цилиндрическую поверхность шпоночного паза. Картина оставшихся степеней свободы изменилась (см. рис. 1.2).

Рис. 1.2. Назначение условий сопряжения

Теперь выбираем тип сопряжения Parallel. Указываем дальнюю боковую грань шпонки и соответствующую грань паза. Можно выбрать функцию предварительного просмотра положения шпонки по назначенным условиям Preview, если нас удовлетворяет результат. OK. OK.

В меню Select Part опять выбираем деталь SHPONKA_01, но уже из окна списка открытых

компонентов. Повторяем шаги, аналогичные назначению условий сопряжения первой шпонки.

Устанавливаем на валу еще одну деталь: SHPONKA_02. Установка производится аналогично установке предыдущих шпонок. Сборка имеет следующий вид (см. рис. 1.3):

Рис.1.3. Вал со шпонками

Добавляем к сборке следующую деталь: disk_01. В выпадающем списке ссылочных наборов выбираем набор SOLID. Тип сопряжения — Mate. Указываем на торцевую поверхность ступицы диска и поверхность буртика на вале. Выбираем тип сопряжения Center, указываем цилиндрическое отверстие в ступице диска и цилиндрическую поверхность вала. Выбираем тип сопряжения Parallel. Указываем поверхность проточки под шпонку и боковую поверхность шпонки. ОК. ОК (см. рис. 1.4).

Рис. 1.4. Добавление в сборку диска

Теперь добавим подшипник и установим его на диске. Файл с моделью подшипника называется P_208_GOST8338. В окне просмотра появляется модель. Выбираем ссылочный набор SOLID и видим, что на модели в окне просмотра исчезли кривые сечения, определяющего конфигурацию подшипника. ОК. Назначаем условия стыковки. Сейчас первым условием назначим условие соосности Center. Указываем внутреннюю цилиндрическую поверхность подшипника и поверхность ступицы диска. Появились символы оставшихся степеней свободы и символы направлений осей цилиндрических поверхностей. Теперь назначаем тип сопряжения Mate. Указываем боковую поверхность внутреннего кольца подшипника и поверхность на диске. Видим, что в меню Mating Conditions деактивизировались операции Alternate Solution, Preview, Vary Constraints; осталась активизированной функция List Errors. Назначенное условие стыковки невыполнимо, поскольку два ограничения противоречат друг другу. С подробным описанием этих противоречий можно ознакомиться, обратившись к функции вызова листа ошибок Xjst Errors (см. рис. 1.5).

Рис. 1.5. Условия сопряжения противоречат друг другу

Причина в том, что в данном случае направления выравнивания оказались противоположными. Избежать ошибки можно было, назначив первым условием тип сопряжения Mate или обратившись к операции Preview после назначения условия соосности. Тогда кнопка Preview меняет свое название на Unpreview, окно предварительного просмотра добавляемого компонента исчезает, а на сборке появляется подшипник. Назначаем оставшееся условие сопряжения Mate, указывая поверхности подшипника и диска на сборке. Опять обращаемся к операции Preview. Видим, что подшипник стоит на своем месте, но у него осталась одна степень свободы: он может вращаться вокруг своей оси. Обратившись к функции Vary Constraints, можно повернуть подшипник, нажав правую кнопку мыши и переместив курсор. Back (см. рис. 1.6).

Рис. 1.6. Перемещение компонента в оставшихся степенях свободы

Желательно назначить еще одно условие стыковки, чтобы зафиксировать вращение подшипника относительно диска. Это важно хотя бы потому, что в дальнейшем будет выпускаться чертеж насоса. На чертеже в сечении по оси вала подшипник должен быть узнаваем, и его изображение должно иметь вид, оговариваемый стандартами. Если такое условие назначаться не будет, дважды нажимаем ОК.

Рис. 1.7. В сборку добавлена крышка

Добавляем новую деталь: kryshka. Ссылочный набор - SOLID. Первое условие: тип сопряжения Center; выбирается цилиндрическая поверхность под подшипник на крышке и

внешняя цилиндрическая поверхность подшипника. Второе условие: тип сопряжения Mate; выбирается поверхность буртика и боковая поверхность подшипника. ОК. ОК (см. рис. 1.7).

В качестве следующего компонента добавим в сборку подсборку korpus_sb. Ссылочный набор — Entire Part. Назначаем условия сопряжения деталей. Тип сопряжения Mate. Указываем торцевую поверхность корпуса и торцевую поверхность крышки (см. рис. 1.8).

Рис. 1.8. Добавленный компонент - подсборка

Выбираем тип сопряжения Center. Поскольку и корпус, и крышка по своим внешним формам являются телами вращения, указываем внешнюю цилиндрическую поверхность корпуса и внешнюю поверхность крышки. Остается выбранным тип сопряжения Center. Указываем поверхность отверстия на торцевой поверхности корпуса и отверстие на крышке. Последним условием мы фиксируем корпус и крышку относительно друг друга. ОК. ОК. Закрываем меню Select Part: Cancel.

Добавленный компонент korpus_sb является подсборкой, поскольку сам состоит из деталей korpus и vtulka, собранных в этом файле.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 2 | Собеседование

Описание процедуры.

Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или ответы на контрольные вопросы. Построение электронной модели детали.

Критерии оценивания.

Способен моделировать деталь в системе NX различными способами (твердотельным, при помощи кривых, при помощи свободных форм).

6.1.2 учебный год 3 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

По всем разделам отчеты по лабораторным работам должны иметь одинаковую структуру и соответствовать СТО "027-2015 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ".

Критерии оценивания.

Пример задания:

1. Ознакомиться с построением твердотельных примитивов в модуле Моделирование.
2. Выполнить на компьютере примеры, разобранные в методическом пособии к лабораторной работе.
3. Записать созданную часть на диск.
4. Сдать преподавателю отчет по работе в виде выполненного моделирования на экране компьютера.

Критерии оценки:

Характеристика ответа Оценка/ балл

Даны исчерпывающие ответы на все контрольные и дополнительные вопросы. В логических рассуждениях нет пробелов и ошибок; обучающийся владеет знаниями и умениями по данной теме в полной мере Работа защищена

Допущены ошибки в отчете, не на все вопросы даны ответы; обучающийся не владеет умениями по данной теме в полной мере Работа не защищена

6.1.3 учебный год 4 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

По всем разделам отчеты по лабораторным работам должны иметь одинаковую структуру и соответствовать СТО "027-2015 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ".

Критерии оценивания.

Пример задания:

1. Ознакомиться с построением твердотельных примитивов в модуле Моделирование.
2. Выполнить на компьютере примеры, разобранные в методическом пособии к лабораторной работе.
3. Записать созданную часть на диск.
4. Сдать преподавателю отчет по работе в виде выполненного моделирования на экране компьютера.

Критерии оценки:

Характеристика ответа Оценка/ балл

Даны исчерпывающие ответы на все контрольные и дополнительные вопросы. В логических рассуждениях нет пробелов и ошибок; обучающийся владеет знаниями и умениями по данной теме в полной мере Работа защищена

Допущены ошибки в отчете, не на все вопросы даны ответы; обучающийся не владеет умениями по данной теме в полной мере Работа не защищена

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-2.4	Способен моделировать деталь в системе NX различными способами (твердотельным, при помощи кривых, при помощи свободных форм).	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или ответы на контрольные вопросы.

		Построение электронной модели детали.
ОПК ОС-2.7	Способен использовать современные информационные технологии и компьютерную технику для получения конструкторских и других документов.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или ответы на контрольные вопросы. Построение чертежа по электронной модели.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится устно по билетам, включающим теоретические вопросы дисциплины и практические задачи выполненные на компьютере.

Ответы на вопросы проиллюстрировать в NX.

Пример задания:

Иркутский Государственный
Технический Университет

Кафедра технологии и оборудования машиностроительных производств

Задание для зачета № 1

по дисциплине Трехмерное моделирование

Создать сборку по предложенному чертежу, поз.1 и 3 (размеры свободные)

- 1.Что означает сборка "снизу-вверх".
2. Какая операция необходима для добавления компонента в сборку.
3. Как создается чертежный вид в системе NX

Задание составил

Дрожжин С.Н.

“__”____20__ г. Утверждаю

Зав. кафедрой ТОМП, профессор Пашков А.Е.

“__”____20__ г._

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн	Неудовлетворительно
---------	--------	------------------	---------------------

		о	
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

6.2.2.2 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамен проводится устно по билетам, включающим теоретические вопросы дисциплины и практические задачи выполненные на компьютере.

Пример задания:

Иркутский Государственный
Технический Университет

Кафедра технологии и оборудования машиностроительных производств
 Экзаменационный билет № 1
 по дисциплине Трехмерное моделирование

1. Что такое степень сплайна.
2. Какая операция необходима для добавления компонента в сборку.

3. Как создается чертежный вид в системе NX

Билет составил

Дрожжин С.Н.

“__” __ 20__ г. Утверждаю

Зав. кафедрой ТОМП, профессор Пашков А.Е.

“__” __ 20__ г.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

навыками и приемами выполнения практических задач.			
--	--	--	--

6.2.2.3 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

При защите курсовой работы оцениваются:

- правильность оформления пояснительной записки по курсовой работе согласно СТО 005-2020 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических специальностей.
- корректность построения узла детали.

Пример задания:

Курсовая работа выполняется по варианту преподавателя в системе NX, пояснительная записка по курсовой работе должна соответствовать стандарту предприятия и содержать следующие разделы:

- Титульный лист
- Задание на проектирование
- Содержание
- Введение
- 1. Назначение узлов и деталей
- 2. Создание модели детали в среде NX
- 3. Создание сборки узла
- 4. Описать работу с навигаторами модели и сборки
- 5. Анализ зазоров в сборке
- 6. Создание презентационного вида детали (узла)
- 7. Создание чертежа в среде NX для выбранной детали

Пример выполнения курсовой работы находится в методических указаниях по выполнению курсовой работы. Некоторые разделы приведены ниже.

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Пояснительная записка оформлена в соответствии со стандартом ИРНИТУ, обучающийся даёт исчерпывающие	В оформлении пояснительной записки допущены небольшие ошибки или обучающийся даёт ответы не на все поставленные	В оформлении пояснительной записки допущены существенные ошибки и/или обучающийся затрудняется при ответах, не может	Оформление пояснительной записки содержит существенные ошибки и/или обучающийся не может пояснить текст, не даёт ответы на поставленные вопросы

ответы на все поставленные вопросы	вопросы	пояснить приемы построения модели детали	
------------------------------------	---------	--	--

7 Основная учебная литература

1. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.: ил.
2. Гочаров П.С., Ельцов М.Ю., Коршиков С.Б., Лаптев И.В., Осинюк В.А. NX для конструктора машиностроителя - М.: ДМК Пресс, 2010. -504с.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Почекуев Е.Н., Путеев П.А., Шенбергер П.Н. проектирование штампов для последовательной листовой штамповки в системе NX. – М.: ДМК Пресс, 2012.-336 с.: ил.
2. Гочаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф., Денисихин С.В., Сотник Д.Е. NX AdvancedSimulation. Инженерный анализ. – М.: ДМК Пресс, 2012.- 504 с.: ил.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение система Сименс NX

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет. Аудитория с мультимедийным оборудованием Компьютерный класс кафедры ТОМП, ауд. Д-105. Компьютеры C-i2400/AC-H6/DDR-4Gb/SATA 2Tb/PCI-E 1Tb GF/ATX – 13 шт
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска.

Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.