Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 27.09.2023 16:49:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан Транспортного факультета

_____ П. Итурралде

30 августа 2018г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# «Моделирование и проектирование в NX»

Специальность

**23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**

Специализация

**«Автомобили и тракторы»**

Квалификация (степень) выпускника

**Специалист**

Форма обучения

**Заочная**

Москва 2018 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

К **основным** целям освоения дисциплины следует отнести:

– получение студентами знаний, умений и навыков по основам моделирования создания компьютерных геометрических моделей, методам их обработки, преобразования и расчета в среде NX;

– овладение методами конструирования деталей и сборок в NX на основе базовых элементов формы, объектно-ориентированным моделированием, методами управления структурой и параметрами отдельных частей моделей, способами построения поверхностей объектов.

К **основным задачам** следует отнести:

- научить студентов методам оценки ситуации и принятия решений в организационных и технических системах;
- привить студентам знания и умения, необходимые для обеспечения безотказной работы систем автоматизации;
- привить студентам основные навыки взаимодействия в антропотехнических системах.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП специалиста

Дисциплина относится к числу учебных дисциплин по выбору вариативной части Блока (Б1) основной образовательной программы специалиста.

Для освоения указанной дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными в процессе изучения дисциплин: «Математика», «Теоретическая механика», «Физика», «Информатика».

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

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты:

| Код компетенции | Содержание компетенции | Планируемые результаты по изучаемой дисциплине |
|---|---|---|
| ПК-6 | Способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования | **Знать:**<br>- Функционал основных команд модуля конечно-элементного моделирования NX Advanced Simulation.<br>**Уметь:**<br>- Составлять конечно-элементные модели для расчета узлов, агрегатов и систем ТТС и их технологического оборудования в среде NX Advanced Simulation.<br>**Владеть:** |

| | | |
|---|---|---|
| | | - Способами идеализации геометрии, создания расчетной сетки, подготовки модели к решению. |
| ПСК-1.5 | Способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов | **Знать:**<br>- Функционал основных команд модуля 3D-моделирования в среде NX.<br>**Уметь:**<br>- Создавать 3D-модели, чертежи деталей и сборочные чертежи, сборочные параметрические чертежи**.**<br>**Владеть:**<br>- Навыками использования среды NX для создания новых и модернизируемых образцов автомобилей и тракторов. |

## 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины - 108 академических часов, из них 10 часа аудиторных (лекции - 4 часа, лабораторные занятия -6 часов) и 98 часов – самостоятельная работа. Приложение 1.

### Содержание разделов дисциплины

4.1. Теоретический раздел дисциплины (Лекции, 4 часа)

4.1.1 Системы автоматизированного проектирования Понятие системы автоматизированного проектирования. Определение САПР. Классификация систем автоматизированного проектирования. Требования к системам САПР для проектирования наземных транспортно-технологических средств. Компоненты видов обеспечения. Современные CAD-системы, их возможности. Использование систем автоматизированного проектирования на всех этапах проектирования.

4.1.2. Особенности САПР высокого уровня. Системы высокого уровня, используемые в машиностроении. Обзор систем, возможности. Проблема выбора системы. Перспективы и направления развития. Система NX. Возможности системы при проектировании. Интерфейс. Создание и оформление чертежей деталей и сборочных чертежей. Обмен данными между системами САПР.

4.1.3. CAE-модуль системы NX. Возможности модуля при проектировании. Интерфейс системы. Создание конечно-элементных моделей. Прочностной анализ конструкций Основы метода конечных элементов и его использование для прочностных расчетов. Виды конечных элементов, способы нанесения сетки. Нагружения, граничные условия. Виды анализа конструкций. Типовой алгоритм расчета. Статический, частотный анализ и анализ усталостной прочности. Библиотека материалов.

4.1.4. Проектирование жизненного цикла изделия и вопросы ресурсоэффективности в САПР. Пакет масштабируемых программных решений для поддержки жизненного цикла изделий Teamcenter. Решение задач, связанных с планированием работ по конструкторской, технологической подготовке

производства.

4.2. Практический раздел дисциплины (Лабораторные занятия, 6 часов)

4.2.1. Интерфейс. Запуск NX и главное окно. Приложения. Роли. Панели инструментов и главное меню. Панель ресурсов. Диалоговые окна. Выбор объектов. Управление. Организация модели.
4.2.2. Моделирование твердых тел. Основные понятия. Эскизы. Создание тел. Навигатор модели. Повторное использование. Сравнение моделей. Семейства деталей.
4.2.3. Моделирование поверхностей. Работа с поверхностями. Базовые настройки. Построение поверхности по кривым. Поверхности заметания. Получение твёрдых тел. Практическое использование.
4.2.4. Моделирование в контексте. Создание межмодельных связей. Просмотр и обновление связей. Создание интерфейсов. Моделирование обработки в сборке. Проектирование сверху вниз.
4.2.5. Работа с листовым металлом. Работа с листовым металлом. Настройки. Создание простейшей детали. Основные элементы. Построение фланцев и сгибов. Развертки моделей. Редактирование элементов листовых деталей. Анализ формуемости и сложные развертки.
4.2.6. Синхронная технология. Перемещение и повороты граней. Удаление и создание граней. Команды задания отношений. Управляющие размеры. Редактирование сечений.
4.2.7. Работа со сборками. Общие концепции. Загрузка и отображение сборок. Создание сборок. Расположения сборок. Анализ зазоров. Упрощение сборок.
4.2.8. Введение в NX Advanced Simulation. Конечно-элементное моделирование. Возможности NX Расширенная симуляция. Структура и этапы создания расчетной модели. Преимущества структурированной расчетной модели. Обзор основных меню и команд. Идеализация геометрии. Создание расчетной сетки. Подготовка к решению. Просмотр результатов.
4.2.9. Чертежи и работа с PMI. Чертежи. Чертежные виды. Свойства видов. Размеры и аннотации. Аннотирование 3D моделей. Размеры и аннотации в 3D. Аннотирование сечений моделей. Наследование на чертежах.

## 5. Образовательные технологии

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе. Лекции читаются в форме презентаций. В процессе чтения лекций показываются основные команды, методы и приемы при работе с изучаемыми программными модулями, примеры 3D моделей и т.п.

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

Фонд оценочных средств формируется следующими формами аттестации успеваемости и средствами текущего контроля за самостоятельной работой учащихся: вопросы для подготовки к экзамену, показатели и критерии оценки компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины.

### 6.1. Описание показателей и критериев оценки компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля)

| **ПК-6** Способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Показатель | Критерии оценки | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Знать:** Функционал основных команд модуля конечно-элементного моделирования NX Advanced Simulation. | Обучающийся демонстрирует отсутствие знаний о функционале основных команд модуля конечно-элементного моделирования NX Advanced Simulation. | Обучающийся демонстрирует самые общие знания о функционале основных команд модуля конечно-элементного моделирования NX Advanced Simulation. | Обучающийся демонстрирует общие знания о функционале основных команд модуля конечно-элементного моделирования NX Advanced Simulation. | Обучающийся демонстрирует полные знания о функционале основных команд модуля конечно-элементного моделирования NX Advanced Simulation. |
| **Уметь:** Составлять конечно-элементные модели для расчета узлов, агрегатов и систем ТТС и их технологического оборудования в среде NX Advanced Simulation. | Обучающийся не может составлять конечно-элементные модели для расчета узлов, агрегатов и систем ТТС и их технологического оборудования в среде NX Advanced Simulation. | Обучающийся обнаруживает неполное соответствие следующих умений: составление конечно-элементные модели для расчета узлов, агрегатов и систем ТТС и их технологического оборудования в среде NX Advanced Simulation. | Обучающийся обнаруживает частичное соответствие следующих умений: составление конечно-элементные модели для расчета узлов, агрегатов и систем ТТС и их технологического оборудования в среде NX Advanced Simulation. | Обучающийся обнаруживает полное соответствие следующих умений: составление конечно-элементные модели для расчета узлов, агрегатов и систем ТТС и их технологического оборудования в среде NX Advanced Simulation. |
| **Владеть:** способами идеализации геометрии, создания расчетной сетки, | Обучающийся не владеет способами идеализации геометрии, создания расчетной | Обучающийся слабо владеет способами идеализации геометрии, создания расчетной | Обучающийся частично владеет способами идеализации геометрии, создания | Обучающийся владеет способами идеализации геометрии, создания расчетной |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| подготовки модели к решению. | сетки, подготовки модели к решению. | сетки, подготовки модели к решению. | расчетной сетки, подготовки модели к решению.. | сетки, подготовки модели к решению. |
| **ПСК-1.5** Способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов | | | | |
| Показатель | Критерии оценки | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Знать:**<br>- Функционал основных команд модуля 3D-моделирования в среде NX. | на низком уровне знает функционал основных команд модуля 3D-моделирования в среде NX. | на пороговом уровне знает функционал основных команд модуля 3D-моделирования в среде NX. | на базовом уровне знает функционал основных команд модуля 3D-моделирования в среде NX. | на высоком уровне знает функционал основных команд модуля 3D-моделирования в среде NX. |
| **Уметь:**<br>- Создавать 3D-модели, чертежи деталей и сборочные чертежи, сборочные параметрические чертежи. | на низком уровне способен создавать 3D-модели, чертежи деталей и сборочные чертежи, сборочные параметрические чертежи. | на пороговом уровне способен создавать 3D-модели, чертежи деталей и сборочные чертежи, сборочные параметрические чертежи. | на базовом уровне способен создавать 3D-модели, чертежи деталей и сборочные чертежи, сборочные параметрические чертежи. | на высоком уровне способен создавать 3D-модели, чертежи деталей и сборочные чертежи, сборочные параметрические чертежи. |
| **Владеть:**<br>- Навыками использования среды NX для создания новых и модернизируемых образцов автомобилей и тракторов. | на низком уровне способен владеть навыками использования среды NX для создания новых и модернизируемых образцов автомобилей и тракторов. | на пороговом уровне способен владеть навыками использования среды NX для создания новых и модернизируемых образцов автомобилей и тракторов. | на базовом уровне способен владеть навыками использования среды NX для создания новых и модернизируемых образцов автомобилей и тракторов. | на высоком уровне способен владеть навыками использования среды NX для создания новых и модернизируемых образцов автомобилей и тракторов. |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

*а) основная литература:*

1. Данилов Ю., Артамонов И., «Практическое использование NX» https://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/about_us/russian_book_nx_new_models_download.shtml

2. Справочник «NX для конструктора-машиностроителя» https://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/about_us/russian_book_nx_download.shtml

*б) дополнительная литература:*

1. Справочник «NX Advanced Simulation.Инженерный анализ» https://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/academic/books/cae_download.shtml

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитории кафедры «Наземные транспортные средства» Н-415, Н-416, Н-203, Н-205 и Н-206, телеэкраном, проектором, компьютером с соответствующим программным обеспечением для демонстрации слайдов, презентаций и фильмов.

Приложение 3.

**Структура и содержание дисциплины «Моделирование и проектирование в NX»**
**Специализация «Автомобили и тракторы»**

| Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Рефер | К/р | Э | З |
| **1.Введение.Определения и классификация.** | 10 | 1-4 | 0,5 | | - | 10 | | | | | | | | |
| **2. Современные CAD-системы, их возможности. Использование систем автоматизированного проектирования на всех этапах проектирования.** | 10 | 5-8 | 0,5 | | - | 10 | | | | | | | | |
| **3. Особенности САПР высокого уровня. Системы высокого уровня, используемые в машиностроении. Обзор систем, возможности.** | 10 | 9-12 | - | | - | 10 | | | | | | | | |
| **4. Система NX. Возможности системы при проектировании. Интерфейс. Создание и оформление чертежей деталей и сборочных чертежей. Обмен данными между системами САПР.** | 10 | 13-16 | 0,5 | | 2 | 10 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **5. САЕ-модуль системы NX. Возможности модуля при проектировании. Интерфейс системы.** | 10 | 17-18 | 0,5 | | 2 | 10 | | | | | | | | |
| **6. Создание конечно-элементных моделей.** | 10 | 1-4 | 0,5 | | 2 | 10 | | | | | | | | |
| **7. Прочностной анализ конструкций Основы метода конечных элементов и его использование для прочностных расчетов.** | 10 | 5-10 | 0,5 | | - | 10 | | | | | | | | |
| **8. Виды конечных элементов, способы нанесения сетки. Нагружения, граничные условия. Виды анализа конструкций. Типовой алгоритм расчета. Статический, частотный анализ и анализ усталостной прочности. Библиотека материалов.** | 10 | 11-15 | 0,5 | | - | 14 | | | | | | | | |
| **9. Проектирование жизненного цикла изделия и вопросы ресурсоэффективности в САПР. Пакет масштабируемых** | 10 | 15-18 | 0,5 | | - | 14 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **программных решений для поддержки жизненного цикла изделий Teamcenter.** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Итого** | | | 4 | | 6 | 98 | | | | | | | | **+** |

Приложение 1 к

*рабочей программе*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

*Направление подготовки 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства"*
*ОП (специализация): «Автомобили и тракторы»*
*Форма обучения: заочная*
*Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)*

*Кафедра: «Наземные транспортные средства»*

# *ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ*

# *ПО ДИСЦИПЛИНЕ*

## *Моделирование и проектирование в NX*

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

_____

_____

_____

***Составитель:*** *Дмитриев Михаил Игоревич, доцент*

*Москва, 2018 год*

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **Моделирование и проектирование в NX** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО **23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства"** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные и профессиональные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИН-ДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВ-КА** | | | | |
| ПК-6 | Способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования | **знать:** Функционал основных команд модуля конечно-элементного моделирования NX Advanced Simulation. **уметь:** Составлять конечно-элементные модели для расчета узлов, агрегатов и систем ТТС и их технологического оборудования в среде NX Advanced Simulation. **владеть:** Способами идеализации геометрии, создания расчетной сетки, подготовки модели к решению. | лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия. | Контрольная работа, устный опрос | *Базовый уровень:* воспроизведение полученных знаний и навыков в ходе промежуточной аттестации. Повышенный уровень: *применение полученных знаний и навыков к ситуациям, выходящих за рамки рассмотренных на аудиторных занятиях.* |
| ПСК-1.5 | Способность анализировать основные этапы и | **знать:** Функционал основных команд модуля 3D-моделирования в | лекция, самостоятельная работа, | Контрольная работа, устный опрос | *Базовый уровень:* воспроизведение полученных знаний и навыков в ходе промежуточной аттестации. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции | среде NX.<br>**уметь:**<br>Создавать 3D-модели, чертежи деталей и сборочные чертежи, сборочные параметрические чертежи.<br>**владеть:**<br>Навыками использования среды NX для создания новых и модернизируемых образцов автомобилей и тракторов. | семинарские занятия. | | Повышенный уровень: *применение полученных знаний и навыков к ситуациям, выходящих за рамки рассмотренных на аудиторных занятиях.* |

*Приложение 2*
*к рабочей программе*
***Перечень оценочных средств по дисциплине «Моделирование и проектирование в NX»***

# 1. Варианты контрольной работы по курсу «Моделирование и проектирование в NX»

**Задание 1.** Создать 3-х мерную модель вала по эскизу 1 (см. рисунок 1) и данным таблице 1. Таблица 1

| № вар. | Размеры, мм | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Общие размеры | | | | | | | | | | Проточка | | | | Шлицы ГОСТ | | | |
| | $L_1$ | $L_2$ | $L_3$ | $L_4$ | $L_5$ | $d_1$ | $d_2$ | C | $R_1$ | $R_2$ | a | b | $R_3$ | $R_4$ | z | d | D | |
| 1 | 22 | 40 | 16 | 112 | 18 | 16 | 15 | 1 | 0,5 | 25 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 21 | 26 | |
| 2 | 22 | 45 | 18 | 115 | 20 | 16 | 15 | 1 | 0,5 | 25 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 23 | 29 | |
| 3 | 23 | 50 | 20 | 125 | 24 | 18 | 17 | 1 | 0,5 | 25 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 26 | 32 | |
| 4 | 23 | 60 | 22 | 132 | 32 | 18 | 20 | 1 | 0,5 | 25 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 6 | 28 | 34 | |
| 5 | 25 | 66 | 24 | 144 | 35 | 20 | 20 | 1 | 0,5 | 25 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 28 | 35 | |
| 6 | 23 | 50 | 20 | 125 | 24 | 18 | 17 | 1 | 0,5 | 25 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 26 | 32 | |
| 7 | 23 | 60 | 22 | 132 | 32 | 18 | 20 | 1 | 0,5 | 25 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 6 | 28 | 34 | |
| 8 | 25 | 66 | 24 | 144 | 35 | 20 | 20 | 1 | 0,5 | 25 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 28 | 35 | |
| 9 | 40 | 80 | 37 | 245 | 44 | 30 | 30 | 2 | 1 | 30 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 8 | 36 | 42 | |
| 10 | 30 | 70 | 30 | 168 | 40 | 24 | 25 | 2 | 1 | 30 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 32 | 40 | |
| 11 | 42 | 84 | 38 | 266 | 45 | 30 | 32 | 2 | 1 | 30 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 42 | 52 | |
| 12 | 40 | 80 | 37 | 245 | 44 | 30 | 30 | 2 | 1 | 30 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 8 | 42 | 48 | |
| 13 | 30 | 70 | 30 | 168 | 40 | 24 | 25 | 2 | 1 | 30 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 32 | 40 | |
| 14 | 32 | 72 | 35 | 182 | 42 | 24 | 25 | 2 | 1 | 30 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 8 | 36 | 42 | |
| 15 | 35 | 74 | 35 | 212 | 42 | 27 | 30 | 2 | 1 | 30 | 0,5 | 3 | 0,5 | 1 | 10 | 36 | 45 | |
| 16 | 52 | 110 | 45 | 340 | 60 | 42 | 40 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 8 | 52 | 60 | |
| 17 | 54 | 112 | 48 | 356 | 65 | 42 | 40 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 16 | 52 | 60 | |
| 18 | 60 | 125 | 55 | 402 | 86 | 52 | 50 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 8 | 62 | 72 | |
| 19 | 65 | 130 | 65 | 415 | 95 | 56 | 60 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 16 | 62 | 72 | |
| 20 | 90 | 210 | 100 | 600 | 140 | 68 | 85 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 20 | 102 | 115 | |
| 21 | 92 | 220 | 105 | 670 | 150 | 68 | 100 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 20 | 112 | 125 | |
| 22 | 72 | 144 | 80 | 445 | 98 | 60 | 70 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 16 | 72 | 82 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 55 | 120 | 52 | 374 | 70 | 42 | 45 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 16 | 56 | 65 | 5 | 0,5 |
| 24 | 55 | 122 | 54 | 380 | 75 | 48 | 45 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 8 | 56 | 65 | 10 | 0,5 |
| 25 | 80 | 165 | 85 | 494 | 110 | 64 | 75 | 2,5 | 1,5 | 40 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 20 | 82 | 92 | 6 | 0,5 |

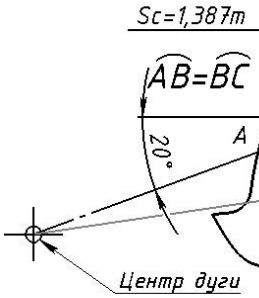
**Задание 2.** Создать 3-х мерную модель цилиндрической прямозубой шестерни по эскизу 2 (см. рисунок 1) и данным таблице 2. Таблица 2

| № вар. | Размеры, мм | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Общие размеры | | | | | | Шлицы ГОСТ 1139-80 | | | | | Зубчатый венец | |
| | $L_1$ | $L_2$ | $d_1$ | $d_2$ | C | $R_1$ | z | d | D | b | C | z | m |
| 1 | 40 | 13 | 48 | 78 | 1 | 3 | 6 | 28 | 34 | 7 | 0,4 | 23 | 4,5 |
| 2 | 40 | 13 | 45 | 80 | 1 | 3 | 10 | 26 | 32 | 4 | 0,4 | 26 | 4 |
| 3 | 40 | 13 | 50 | 85 | 1,5 | 5 | 6 | 28 | 34 | 7 | 0,4 | 22 | 5 |
| 4 | 30 | 8 | 35 | 65 | 1 | 3 | 10 | 18 | 23 | 3 | 0,3 | 28 | 3 |
| 5 | 30 | 8 | 30 | 65 | 1 | 3 | 10 | 16 | 20 | 2,5 | 0,3 | 40 | 2 |
| 6 | 30 | 8 | 32 | 62 | 1 | 3 | 10 | 16 | 20 | 2,5 | 0,3 | 31 | 2,5 |
| 7 | 35 | 10 | 38 | 68 | 1 | 3 | 10 | 21 | 26 | 3 | 0,3 | 30 | 3 |
| 8 | 35 | 10 | 40 | 70 | 1 | 3 | 10 | 21 | 26 | 3 | 0,3 | 35 | 2,5 |
| 9 | 35 | 10 | 40 | 70 | 1 | 3 | 10 | 18 | 23 | 3 | 0,3 | 26 | 3,5 |
| 10 | 38 | 12 | 45 | 80 | 1,5 | 5 | 10 | 26 | 32 | 4 | 0,4 | 29 | 3,5 |
| 11 | 38 | 12 | 42 | 75 | 1,5 | 5 | 10 | 23 | 29 | 4 | 0,3 | 28 | 3,5 |
| 12 | 38 | 12 | 42 | 75 | 1,5 | 5 | 10 | 23 | 29 | 4 | 0,3 | 24 | 4 |
| 13 | 45 | 14 | 55 | 110 | 1,5 | 5 | 8 | 32 | 38 | 6 | 0,4 | 30 | 4,5 |
| 14 | 45 | 14 | 50 | 90 | 1,5 | 5 | 10 | 28 | 35 | 4 | 0,4 | 26 | 4,5 |
| 15 | 45 | 14 | 50 | 85 | 1,5 | 5 | 10 | 28 | 35 | 4 | 0,4 | 23 | 5 |
| 16 | 50 | 12 | 65 | 95 | 2 | 6 | 8 | 42 | 48 | 8 | 0,4 | 25 | 5 |
| 17 | 50 | 12 | 70 | 135 | 2 | 6 | 10 | 36 | 45 | 5 | 0,4 | 30 | 5,5 |
| 18 | 50 | 12 | 60 | 105 | 2 | 6 | 8 | 36 | 42 | 7 | 0,4 | 24 | 5,5 |
| 19 | 50 | 12 | 70 | 145 | 2 | 6 | 10 | 36 | 45 | 5 | 0,4 | 35 | 5 |
| 20 | 52 | 16 | 75 | 110 | 2 | 6 | 10 | 42 | 52 | 6 | 0,4 | 26 | 5,5 |
| 21 | 52 | 16 | 75 | 125 | 2 | 6 | 8 | 46 | 54 | 9 | 0,5 | 31 | 5 |
| 22 | 52 | 16 | 65 | 100 | 2 | 6 | 8 | 42 | 48 | 8 | 0,4 | 24 | 5,5 |
| 23 | 52 | 16 | 75 | 115 | 2 | 6 | 10 | 42 | 52 | 6 | 0,4 | 29 | 5 |
| 24 | 48 | 15 | 60 | 98 | 2 | 6 | 8 | 36 | 42 | 7 | 0,4 | 31 | 4 |
| 25 | 48 | 15 | 60 | 115 | 2 | 6 | 10 | 32 | 40 | 5 | 0,4 | 32 | 4,5 |
| 26 | 48 | 15 | 60 | 120 | 2 | 6 | 10 | 32 | 40 | 5 | 0,4 | 30 | 5 |

**Основные**

$d\ d_a =$

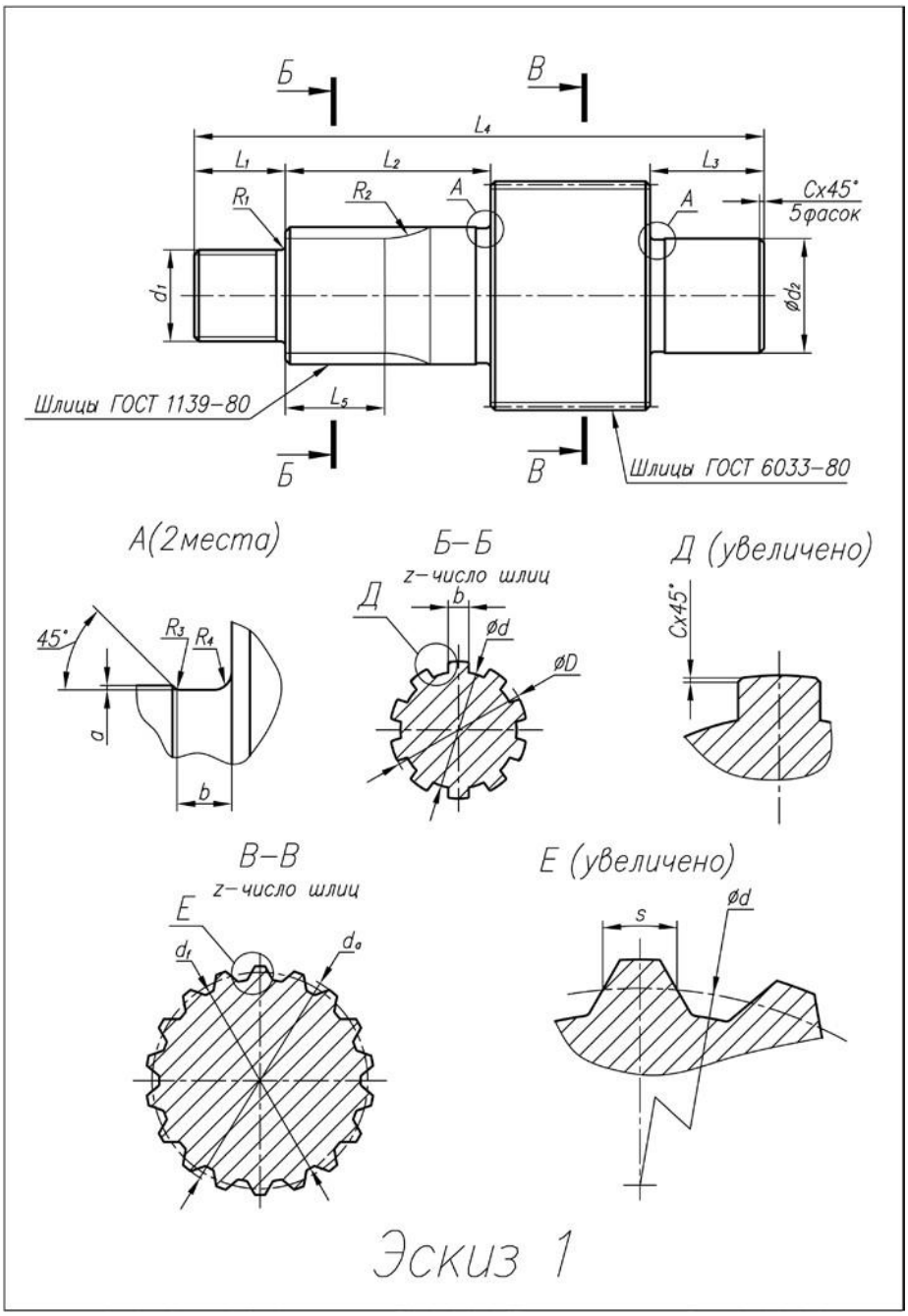
$S_c = 1$




**Оформленное дом**

1. Рисунок го (копия экрана сеан
2. Описание п изображением про
3. Необходим геометрических ра
4. Данные по (ρ=7800 кг/м$^3$).

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 | 48 | 15 | 55 | 115 | 1,5 | 5 | 8 | 32 | 38 | 6 | 0,4 | 28 | 5 |



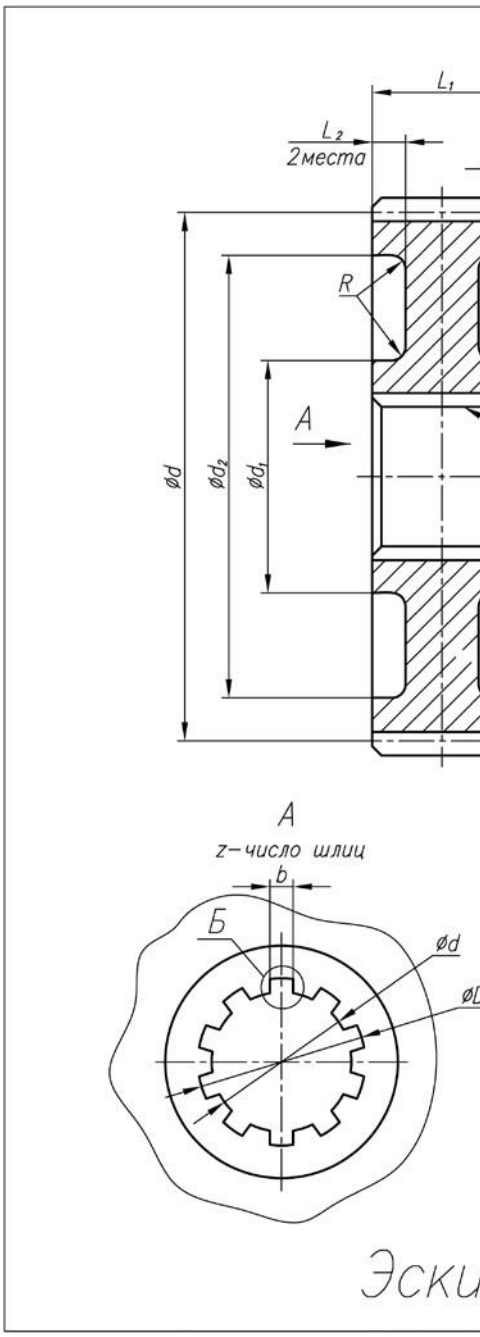




Рисунок 1 –Эскизы вала и шестерни

Таблица 3

| Вариант | Линейные размеры, мм | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_1$ | $L_2$ | L3 | $L_4$ | R1 | $R_2$ | $R_3$ | H1 | $H_2$ | H3 | $D_1$ | $D_2$ | |
| 1 | 250 | 230 | 220 | 140 | 60 | 15 | 10 | 35 | 25 | 20 | 13 | 50 | |
| 2 | 215 | 132 | 167 | 95 | 55 | 12 | 6 | 35 | 30 | 15 | 15 | 42 | |
| 3 | 170 | 140 | 165 | 112 | 55 | 10 | 4 | 25 | 18 | 14 | 16 | 40 | |
| 4 | 180 | 180 | 160 | 120 | 45 | 8 | 4 | 20 | 16 | 13 | 15 | 45 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 240 | 220 | 210 | 135 | 55 | 10 | 5 | 26 | 21 | 20 | 15 | 50 |
| 6 | 230 | 220 | 200 | 136 | 65 | 15 | 10 | 35 | 23 | 17 | 13 | 55 |
| 7 | 230 | 200 | 200 | 130 | 50 | 10 | 5 | 26 | 21 | 21 | 15 | 50 |
| 8 | 240 | 230 | 210 | 128 | 65 | 15 | 10 | 35 | 22 | 16 | 13 | 55 |
| 9 | 185 | 180 | 165 | 120 | 40 | 6 | 3 | 25 | 21 | 21 | 15 | 40 |
| 10 | 220 | 144 | 172 | 100 | 50 | 12 | 6 | 25 | 22 | 15 | 15 | 50 |
| 11 | 182 | 110 | 150 | 95 | 55 | 6 | 3 | 30 | 27 | 12 | 13 | 50 |
| 12 | 160 | 160 | 150 | 120 | 40 | 9 | 5 | 35 | 31 | 13 | 13 | 35 |
| 13 | 182 | 138 | 160 | 100 | 50 | 12 | 6 | 20 | 17 | 15 | 15 | 45 |
| 14 | 180 | 110 | 150 | 95 | 40 | 6 | 3 | 30 | 27 | 12 | 13 | 40 |
| 15 | 204 | 142 | 170 | 100 | 50 | 12 | 6 | 20 | 17 | 15 | 15 | 50 |
| 16 | 190 | 120 | 160 | 105 | 50 | 6 | 3 | 30 | 27 | 12 | 15 | 50 |
| 17 | 180 | 150 | 160 | 110 | 40 | 8 | 4 | 20 | 17 | 13 | 15 | 45 |
| 18 | 170 | 150 | 160 | 105 | 40 | 8 | 4 | 20 | 17 | 13 | 15 | 45 |
| 19 | 200 | 140 | 170 | 98 | 50 | 6 | 3 | 20 | 17 | 15 | 15 | 50 |
| 20 | 180 | 140 | 160 | 100 | 50 | 6 | 3 | 20 | 17 | 15 | 15 | 45 |
| 21 | 220 | 220 | 180 | 142 | 60 | 15 | 10 | 35 | 24 | 18 | 13 | 55 |
| 22 | 210 | 120 | 160 | 105 | 55 | 12 | 6 | 30 | 27 | 12 | 15 | 42 |
| 23 | 210 | 140 | 170 | 90 | 50 | 6 | 3 | 25 | 22 | 15 | 15 | 50 |
| 24 | 185 | 180 | 165 | 118 | 40 | 8 | 4 | 25 | 21 | 21 | 15 | 40 |
| 25 | 200 | 130 | 160 | 95 | 50 | 6 | 3 | 35 | 30 | 15 | 15 | 60 |

**Задание 3.** Создать 3-х мерную твердотельную и поверхностную модель чашки пружины подвески согласно рисунку 2 и данным таблице 3.

2. **Вопросы** для аттестации по итогам освоения дисциплины.

1. Базовые подходы к автоматизированному проектированию.

2. Понятие системы автоматизированного проектирования. Определение САПР.

3. Классификация систем автоматизированного проектирования.

4. Требования к САПР машиностроительного профиля.

5. Современные CAD-системы, их возможности

6. Использование системы NX на всех этапах проектирования.

7. Перспективы и направления развития систем САПР.

8. Параметрические возможности NX. Библиотеки элементов.

9. Создание и оформление чертежей в NX.

10. Обмен данными между системами САПР.

11. Расчет массы, моментов инерции, координат центров масс в 3D-модели.

12. Основы метода конечных элементов и его использование для прочностных расчетов.

13. Виды конечных элементов, способы нанесения сетки. Виды анализа конструкций.

14. Создание задачи в модуле NX Advanced Simulation. Типовой алгоритм расчета.

15. Проектирование жизненного цикла изделия и вопросы ресурсоэффективности.