

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. Д. Евстигнеев

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНКОВ С ЧПУ

Сборник лабораторных работ

**Учебно-методическое пособие
для студентов, обучающихся по направлению 15.03.05 –
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»**

Ульяновск
УлГТУ
2017

УДК 004.925.84:621(076)

ББК 32.973-018.2:34.4я7

Е 26

Рецензенты: кафедра «Проектирование и сервис автомобилей им. И.С. Антонова» Ульяновского государственного университета;
директор ООО «Центр ресурсосберегающих технологий» канд. техн. наук В.В. Сапунов

Рекомендовано научно-методической комиссией машиностроительного факультета в качестве учебно-методического пособия.

Евстигнеев, Алексей Дмитриевич

Е 26 Технологическое и программное обеспечение станков с ЧПУ. Сборник лабораторных работ : учебно-методическое пособие / А. Д. Евстигнеев: под общей редакцией Н.И. Веткасова. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – 24 с.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Технологическое и программное обеспечение станков с ЧПУ» для студентов, обучающихся по направлению 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Пособие предназначено для использования при самостоятельной работе студентов и проведении лабораторных занятий. В нем изложены основы применения системы автоматизированного проектирования Siemens NX для решения производственных задач в области создания 3D моделей деталей и сборок, а также разработки управляющих программ для современных станков с ЧПУ.

Пособие подготовлено на кафедре «Технология машиностроения» УлГТУ.

УДК 004.925.84:621(076)

ББК 32.973-018.2:34.4я7

© Евстигнеев А. Д., 2017
© Оформление. УлГТУ, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Лабораторная работа № 1. Проектирование деталей в системе Siemens NX.....	6
1.1. Цель работы	6
1.2. Общие положения.....	6
1.3. Программное и техническое обеспечение.....	7
1.4. Порядок выполнения работы.....	8
1.5. Содержание отчета.....	8
1.6. Вопросы для самопроверки.....	9
2. Лабораторная работа № 2. Проектирование изделий в системе Siemens NX.....	9
2.1. Цель работы	9
2.2. Общие положения.....	10
2.3. Программное и техническое обеспечение.....	11
2.4. Порядок выполнения работы.....	12
2.5. Содержание отчета.....	13
2.6. Вопросы для самопроверки.....	13
3. Лабораторная работа № 3. Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ в системе Siemens NX.....	14
3.1. Цель работы	14
3.2. Общие положения.....	14
3.3. Программное и техническое обеспечение.....	18
3.4. Порядок выполнения работы.....	18
3.5. Содержание отчета.....	20
3.6. Вопросы для самопроверки.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	22
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	22
ОСНОВНЫЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПОНЯТИЯ.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Первая страница (титульный лист) отчета.....	24

ВВЕДЕНИЕ

Конструкторская и технологическая подготовка производства включает выполнение работ по проектированию деталей и механизмов, а также подготовку управляющих программ (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Решение перечисленных задач в настоящее время немыслимо без широкого применения систем автоматизированного проектирования (САПР), способных обеспечить комплексный подход к созданию изделий и их изготовлению.

Функционал современной САПР позволяет решать задачи разработки полного электронного макета всего изделия и его составных частей для последующего использования в процессе технологической подготовки производства.

Модуль создания моделей деталей и сборочных единиц (САД) позволяет автоматизировать этапы проектирования изделий и выпуска конструкторской документации в различной форме представления с поддержкой технологий построения сквозных процессов разработки от требований к изделию до этапа выдачи данных для производства.

Модуль подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (САМ) обеспечивает автоматизацию процесса технологической подготовки производства для различных видов обработки, включая прогрессивные: высокоскоростную, токарно-фрезерную, фрезерно-токарную. Данный модуль САПР содержит встроенный инструмент симуляции обработки на станке, обеспечивающий контроль столкновений при анализе разработанных управляющих программ. При этом ассоциативная связь между исходной моделью и сформированной траекторией инструмента обеспечивает автоматическое обновление данных при внесении изменений.

Одной из наиболее мощных САПР, предназначенных для реализации вышеописанных работ, является система Siemens NX.

Целью настоящего пособия является привитие студентам умений и навыков решения практических задач разработки полного электронного макета всего изделия и его составных частей для последующего использования в процессах технологической подготовки производства с помощью САПР Siemens NX.

Методика выполнения лабораторных работ

Студенты, приступающие к выполнению лабораторной работы, должны ознакомиться с содержанием работы. Допуск студента к выполнению лабораторной работы осуществляется только после проверки знания им соответствующих разделов теоретической части курса. Студенты, имеющие неудовлетворительные теоретические знания по разделам курса, относящимся к теме работы, к ее выполнению не допускаются.

Результаты лабораторной работы оформляют в виде отчета в электронном виде. Первую страницу (титульный лист) отчета оформляют по образцу, приведенному в приложении А. Содержание последующих страниц отчета приведено в методических указаниях к каждой лабораторной работе.

Лабораторная работа считается выполненной после просмотра и принятия отчета преподавателем.

Лабораторные работы охватывают темы, рекомендованные типовой программой. На этих занятиях студенты получают задания на ранее запланированную работу вместе с методическими указаниями. По ходу выполнения работы результаты фиксируются в отчете. Кроме оформления отчета с выводами по выполненному заданию, при его защите студент должен ответить на контрольные вопросы, вынесенные для самостоятельного изучения.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ SIEMENS NX

1.1. Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики проектирования 3D моделей деталей в системе Siemens NX.

1.2. Общие положения

Система Siemens NX является системой трехмерного моделирования, в которой имеется возможность создания изделия любой степени сложности. При этом используют концепцию ассоциативности, позволяющую связать между собой отдельные части информации об изделии для автоматизации процесса его разработки и изготовления. Модели, созданные в NX, являются полностью параметрическими, поэтому имеется возможность управлять всеми размерами изделия. Кроме этого, с геометрическими объектами можно связать и любую другую информацию, которая описывает данное изделие. Эта информация заносится в атрибуты модели [3].

Все инструменты системы Siemens NX сгруппированы в приложениях (модулях), в которых можно выполнять различные действия: создание геометрии детали или сборки, чертежа, расчет модели, создание управляющей программы изготовления детали и др. Все модели, созданные в NX, могут использоваться в любом его приложении [3].

При первом запуске системы открывается основной модуль – базовый модуль NX, главной функцией которого является

обеспечение связи между всеми модулями NX, а также просмотр существующих моделей [3].

Для разработки трехмерных моделей деталей с целью их дальнейшего анализа, оптимизации конструкции, создания сборочных единиц и т.д. используют модуль **Моделирование**. Он обладает широким набором инструментальных средств, при помощи которых можно построить модели, имеющие геометрию любой сложности. Модуль позволяет выполнять такие основные функции, как создание базовых и ассоциативных кривых, построение эскизов и твердотельных примитивов. В модуле осуществляются базовые операции над твердыми телами, позволяющие строить тела вращения, вытягивать заметаемые тела, выполнять булевы операции, работать с листовым металлом, моделировать поверхности и многое другое [3].

Интерфейс в NX построен на основе применения **Ролей**: в зависимости от задачи пользователь выбирает ту или иную роль, в результате чего в NX будет загружен интерфейс для выбранной роли. Также можно создать свою роль и настроить интерфейс для себя. Рекомендуется к использованию **Роль – Расширенная с полным меню** [1].

1.3. Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Siemens NX;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией NX.

1.4. Порядок выполнения работы

1. Получают чертежи деталей у преподавателя, изучают и анализируют их.

2. Выбирают наиболее рациональную последовательность построения трехмерных моделей деталей.

3. Строят модели деталей в системе Siemens NX.

3.1. В меню **Новый** запускают модуль (шаблон) **Модель**.

3.2. Выполняют построение эскиза. Для этого на панели эскиза выбирают одну из кривых (дугу, отрезок, окружность и т. д.), либо находят их через выпадающее меню **Вставить**. Выбирают плоскость построения эскиза, например, из базовой системы координат, после чего в выбранной плоскости с помощью кривых создают эскиз. После построения эскиза нажимают кнопку **Закончить эскиз**.

3.3. По готовому эскизу создают часть 3D модели детали с помощью команд **Вытягивание** или **Вращение**. Отличительной особенностью системы Siemens NX является большая вложенность команд. Так, создание тела и вырезание какого-либо объема из тела реализуются с помощью одной команды посредством настройки булевой операции.

4. Сохраняют 3D модели деталей в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели. При этом следует помнить, что имя файла модели, а также названия папок в пути сохранения должны содержать лишь латинские символы и цифры.

1.5. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом

обеспечении, графическое представление результатов моделирования, выводы по работе. Результаты моделирования сохраняют на компьютере в отдельной папке.

1.6. Вопросы для самопроверки

1. Каков общепринятый порядок моделирования твердого тела?
2. Назовите способы создания объемных примитивов.
3. Перечислите типы операций над эскизом при создании базового тела.
4. Сформулируйте требования к эскизу для создания твердого тела.
5. В чем заключается особенность получения отверстий в модели детали?
6. Перечислите инструменты булевой операции.
7. Где может располагаться тело относительно своего эскиза?
8. Назовите способы создания уклонов.
9. Перечислите способы создания массива элементов.
10. Как отредактировать созданную модель детали?

2. Лабораторная работа №2

Проектирование изделий в системе Siemens NX

2.1. Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики создания моделей сборок в системе Siemens NX.

2.2. Общие положения

подавляющее большинство создаваемых изделий представляют собой сборочные единицы (сборки), для моделирования которых в NX используется модуль **Сборка** [3, 4].

В системе NX файл сборки содержит компоненты, представляющие собой ссылки на файлы деталей. Другими словами, геометрия деталей – компонентов сборки не хранится в файле сборки, что повышает производительность системы. Однако при этом необходимо обеспечить наличие всех моделей компонентов сборки в папке сборки. Сборка представляет собой иерархическую структуру, на разных уровнях которой находятся компоненты – под сборки (сборочные единицы различного порядка) или детали. Эту структуру формируют в файле сборки (верхнего уровня) [3, 4].

При создании сборок используются несколько способов построения – «сверху-вниз», «снизу-вверх» и смешанный.

При использовании способа «снизу-вверх» структуру сборки получают в «автоматическом» режиме при добавлении компонентов в сборку. Данный способ достаточно удобно применять при создании моделей сборок относительно простых изделий с малым количеством компонентов, когда все изменения в сборке отслеживаются одним-двумя конструкторами [3, 4].

В случае использования способа «сверху-вниз» разработку начинают с моделирования структуры сборки, затем осуществляют постепенное наполнение сборки геометрией ее компонентов [3, 4].

На практике чаще всего используется смешанный способ, представляющий собой комбинацию первых двух. Так, при росте числа компонентов возникают значительные трудности, связанные со сложностью согласования геометрии компонентов в сборке. В таком случае при формировании сборки рекомендуется перейти от способа

«снизу-вверх» к способу «сверху-вниз», постепенно детализируя форму и состав изделия [3, 4]. Иногда требуется создание детали «на месте», когда её геометрия заранее неизвестна и будет определена лишь при наличии строго определённого расположения компонентов сборки.

Благодаря использованию различных механизмов для управления структурой и представлением данных сборки, в NX возможно создание многоуровневых сборок с фактически неограниченным количеством компонентов. К таким механизмам относятся развитые средства поиска, отслеживания и управления изменениями, управления загрузкой и отображением компонентов и др. [3, 4].

Каждое тело в трехмерном пространстве имеет 6 степеней свободы. Оно может перемещаться относительно трех координатных осей и вращаться вокруг каждой из них. Сопряжение деталей в сборочной единице осуществляется путем приведения в соприкосновение их поверхностей (осей), выполняющих функцию конструкторских баз, каждая из которых лишает деталь определенного числа степеней свободы [5]. Для базирования деталей типа короткого цилиндра обычно выбирают комплект, состоящий из установочной, двойной опорной и опорной баз.

2.3. Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Siemens NX;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией NX.

2.4. Порядок выполнения работы

1. Получают чертежи сборок у преподавателя, изучают и анализируют их.

2. Выбирают наиболее рациональную последовательность создания сборок.

3. Строят сборки в системе Siemens NX.

3.1. В меню **Новый** запускают модуль (шаблон) **Сборка**.

3.2. Добавляют базовую деталь сборки. В качестве базовой детали сборки выбирают деталь, определяющую положение других деталей и сборочных единиц (корпус, станина, основание и др.). Такой подход значительно упрощает процесс построения сборки.

3.3. Выполняют позиционирование базовой детали в пространстве сборки. Для этого в диалоговом окне в группе **Расположить** → **Позиционирование** выбирают **Начало абсолютной системы координат**. При этом происходит совмещение систем координат базовой детали и пространства сборки.

3.4. Осуществляют фиксацию базовой детали в пространстве сборки, применяя команду **Сопряжения сборки**. Для этого в группе **Тип** выбирают **Фиксация** и в качестве объекта фиксации выбирают базовую деталь. После выполнения данной последовательности действий любые перемещения выбранного компонента сборки относительно начала системы координат становятся невозможными.

3.5. Последовательно добавляют очередные компоненты сборки, используя команду **Добавить компонент**. При этом в группе **Расположить** меню добавления компонента выбирают **По сопряжениям**, после чего применяют необходимые ограничения.

3.6. При необходимости, стандартные изделия в создаваемую сборку можно добавить из библиотеки САПР «Компас-3D» через формат **Parasolid** или **Step**.

4. Сохраняют 3D модели сборок в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели. При этом следует помнить, что имя файла сборки, а также названия папок в пути сохранения должны содержать лишь латинские символы и цифры.

2.5. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов моделирования, выводы по работе. Результаты моделирования сохраняют на компьютере в отдельной папке.

2.6. Вопросы для самопроверки

1. Каковы отличия создания сборки способами «снизу-вверх», «сверху-вниз» и смешанным способом?
2. Как задать взаимное расположение объектов в сборке?
3. Назовите способы сопряжения компонентов сборки.
4. Назовите способы добавления в сборку стандартных изделий.
5. Каков порядок создания спецификации?
6. Перечислите основные разделы спецификации.
7. Как отредактировать один из компонентов сборки?
8. Назовите причины разрушения сборки.
9. Каков рекомендуемый порядок создания сборки?
10. Как создать массив компонентов сборки?

3. Лабораторная работа №3

Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ в системе Siemens NX

3.1. Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики создания обработки в системе Siemens NX.

3.2. Общие положения

Организация эффективного машиностроительного производства без современного оборудования, в частности без станков с числовым программным управлением (ЧПУ), становится невозможной. Вместе с тем недостаточно приобрести дорогостоящее современное оборудование с ЧПУ, необходимо еще организовать его рациональную эксплуатацию [1].

Сегодня эффективная и рациональная эксплуатация станков с ЧПУ возможна только с использованием специального программного обеспечения для создания управляющих программ вне оборудования. Одним из наиболее популярных решений в области САМ (Computer Aided Manufacturing) является система Siemens NX, применение которой позволяет существенно сократить сроки технологической подготовки производства [1].

Значительным преимуществом системы NX является объединение функций САД и САМ в единый пакет, что значительно ускоряет работу инженера [1] и сводит к минимуму возможные потери при передаче электронной модели из одной САПР в другую.

Различным производствам требуется различный функционал САМ-системы. Выделяют три крупных области применения NX

САМ: обработка призматических деталей, производство штампов и пресс-форм и изготовление сложных деталей типа турбинных лопаток, крыльчаток и др. В каждой из этих областей у NX САМ есть преимущества [1].

Так, при обработке призматических деталей траектории движения инструмента обычно не отличаются большой сложностью, однако здесь часто актуальна минимизация времени обработки [1].

При обработке формообразующей оснастки (например, штампов, пресс-форм, литьевых форм) большое внимание уделяют качеству поверхности, производительности обработки, возможности обрабатывать закаленные заготовки. Здесь очень эффективны высокоскоростная обработка, интеграция с модулями проектирования оснастки и возможность автоматического отслеживания изменений в конструкции изделия или оснастки [1].

В случае обработки сложных деталей (турбинных лопаток, крыльчаток, шнеков) особенно актуальны гибкие методы задания ориентации оси инструмента при многоосевой обработке, контроль столкновений узлов станка и элементов оснастки, работа с заготовками из труднообрабатываемых материалов [1].

Разработку управляющих программ в модуле САМ производят в несколько этапов (рисунок). Последовательность работы представлена на рисунке. Следует отметить, что не все этапы являются обязательными [1, 2].

Работу начинают с **Выбора окружения обработки (инициализация)**. Для разных видов обработки используются разные шаблоны для инициализации. На этом этапе создают те объекты, которые необходимы для данного вида обработки [1, 2].

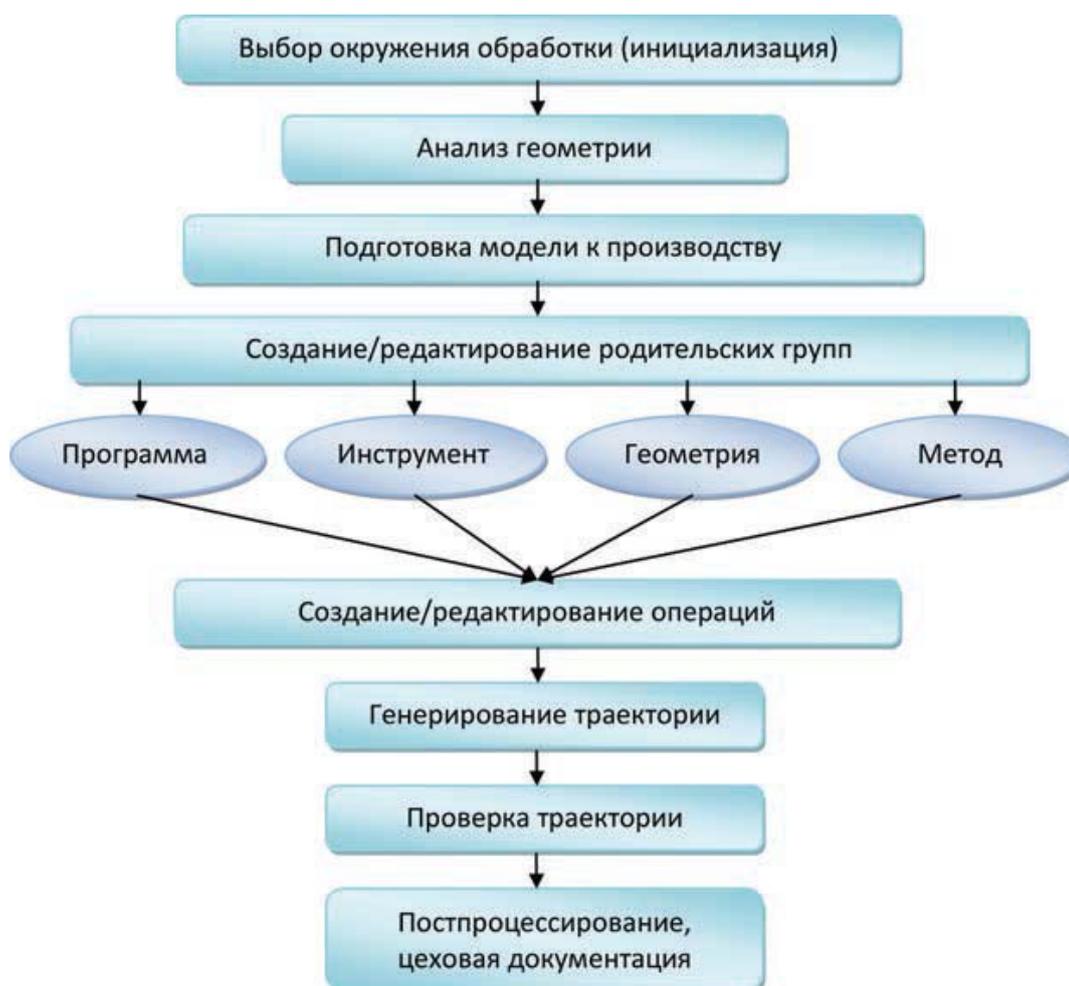


Рисунок – Этапы разработки управляющих программ [1, 2]

Следующий этап – **Анализ геометрии**. Он необходим, если технолог не создавал модель, а получил ее от конструктора или стороннего заказчика. На этом этапе анализируют габаритные размеры детали, размеры элементов (ширина пазов, диаметры отверстий и др.), радиусы скруглений элементов модели, наличие и величина уклонов [1, 2].

Иногда необходима **подготовка модели к обработке** – на этом этапе можно убрать элементы, которые будут получены на других операциях (например, электроэрозионной обработкой), добавить уклоны, припуски, модифицировать элементы модели с учетом полей допусков размеров и т. д. Фактически это CAD-операции для задач CAM. Следует обратить особое внимание, что в процессе подготовки

модели детали к обработке в NX необходимо модифицировать не саму модель, а ее ассоциативную копию [1, 2].

Важный этап – **Создание или редактирование родительских групп**. Это отличительная особенность NX CAM. Объекты, заданные в родительских группах, наследуются использующими их операциями. Такой подход позволяет модифицировать сразу все операции, использующие конкретную родительскую группу, путем модификации объектов этой группы. **Родительские группы** определяются для четырех категорий: **Программа, Инструмент, Геометрия, Метод** [1, 2].

Далее идет этап **Создания или редактирования операций обработки**. Операции бывают разного типа и используют разные родительские группы. Операции с конкретными параметрами можно сохранить в проекте, не генерируя их. Это полезно, если процесс генерации операций занимает значительное время [1, 2].

Генерирование траекторий вынесено в отдельный этап, причем оно может осуществляться сразу для группы операций [1, 2].

Проверка траекторий необходима для того, чтобы выявить возможные проблемы при обработке заготовки детали, например зарезы или столкновения инструмента с оснасткой. В NX CAM имеется несколько инструментов проверки траекторий, в том числе и симуляция работы станка, осуществляемая в кодах управляющей программы [1, 2].

До этапа **Постпроцессирования** траектории не зависят от конкретного станка. Для того чтобы траектория была отработана станком, она должна быть **Постпроцессирована** (преобразована в формат конкретного станка). Именно на этом этапе получают управляющую программу, причем одна УП может включать несколько траекторий, созданных различными операциями. Однако постпроцессор не является простым конвертором, так как он может

выполнять дополнительные проверки, вычисления, и, в зависимости от этого, модифицировать выводимую информацию [1, 2].

Вместе с управляющей программой в цех обычно передают **Цеховую документацию**. Обычно это карта наладки с указанием нулевой точки программы, порядка операций и различной атрибутивной информацией (разработчик, дата, код детали, время обработки и т. д.), а также список инструментов с указанием номеров ячеек магазина, что необходимо для правильной наладки станка [1, 2].

3.3. Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Siemens NX;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией NX.

3.4. Порядок выполнения работы

1. Получают чертежи деталей у преподавателя, изучают и анализируют их.

2. Выбирают способ получения заготовки и разрабатывают технологический процесс изготовления деталей, включая выбор режущего и вспомогательного инструментов, назначение режимов резания.

3. Разрабатывают 3D модель заготовки.

4. Выполняют наложение в пространстве сборки 3D моделей детали и заготовки с учетом назначенных припусков. Также в сборку добавляют приспособление или его элементы, взаимно увязывая его положение с заготовкой и деталью.

5. Осуществляют моделирование обработки в системе NX.

5.1. В меню **Начало** запускают модуль (шаблон) **Обработка**.

5.2. Выполняют настройку подчинения геометрии. Для этого на инструментальной панели **Навигатор операций** запускают команду **Вид геометрии**. Переопределяют подчинение элементов в такой последовательности: **Workpiece** → **MCS**.

5.3. Определяют геометрию элементов сборки. Для этого по нажатию правой кнопкой мыши на элементе **Workpiece** в **Навигаторе операций** запускают команду **Изменить**, где задают геометрию детали, заготовки и приспособления, используя соответственно команды **Задать деталь**, **Задать заготовку** и **Задать контрольную геометрию**.

5.4. Создают инструмент. Для этого на инструментальной панели **Вставить** запускают команду **Создание инструмента**.

Во вкладке **Тип** выбирают вид обработки, во вкладке **Подтип инструмента** выбирают режущий инструмент, после чего нажимают кнопку **ОК**. При этом открывается окно задания параметров режущего и вспомогательного инструментов, где требуется определить геометрию режущего инструмента и оправки.

Следует отметить, что инструмент может быть задан и непосредственно при создании операций.

5.5. Создают операции обработки. Для этого на инструментальной панели **Вставить** запускают команду **Создание операций**, где во вкладке **Подтип операции** выбирают вид обработки, а во вкладке **Положение** определяют **Программу** (задают название управляющей программы), **Инструмент** (выбирают из списка созданного ранее инструмента), **Геометрию** (определяют подчиненность создаваемой обработки тому или иному элементу) и **Метод** (задают технологический уровень обработки). После нажатия кнопки **ОК**, в зависимости от выбранной обработки, открывается

окно задания параметров обработки. Здесь в соответствующих вкладках задаются область резания и режущий инструмент, определяют стратегию обработки, назначают глубину резания и режим обработки. При этом нажатием команды **Генерировать** во вкладке **Действия** можно сгенерировать траекторию движения инструмента при текущей обработке, а симуляцию создаваемой обработки можно выполнить запуском команды **Проверка** той же вкладки.

5.6. Выполняют создание обработки остальных поверхностей, аналогично пунктам 5.4 – 5.5.

5.7. Выполняют генерацию траекторий и симуляцию обработки по всем созданным переходам с помощью команд **Генерировать траекторию** и **Проверка траектории** на инструментальной панели **Операции**. При этом необходимо в окне **Навигатор операций** предварительно выделить требуемые переходы.

6. Сохраняют файлы обработки деталей в компьютере в отдельной папке, нажимая кнопку **Сохранить** на стандартной панели. При этом следует помнить, что имя файла модели, а также названия папок в пути сохранения должны содержать лишь латинские символы и цифры.

3.5. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов моделирования, выводы по работе. Результаты моделирования сохраняют на компьютере в отдельной папке.

3.6. Вопросы для самопроверки

1. Как задать геометрию режущего и вспомогательного инструментов?
2. С помощью каких команд можно создать новый инструмент?
3. Как сгенерировать траекторию на вновь создаваемый переход?
4. Какой командой можно сгенерировать траекторию на группу переходов?
5. Где можно запустить симуляцию обработки?
6. Как назначить и на что влияет стратегия обработки?
7. Где задаются режимы обработки?
8. Как добавить станок?
9. Какова последовательность создания обработки?
10. Что такое контрольная геометрия?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ведмидь, П.А. Основы NX САМ / П.А. Ведмидь. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 216 с.
2. Ведмидь, П.А. Программирование обработки в NX САМ / П.А. Ведмидь, А.В. Сулинов. – М. : ДМК Пресс, 2014. – 304 с.
3. Гончаров, П.С. NX для конструктора-машиностроителя / П.С. Гончаров, М.Ю. Ельцов, С.Б. Коршиков, И.В. Лаптев, В.А. Осюк. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 504 с.
4. Данилов, Ю.В. Практическое использование NX / Ю.В. Данилов, И.А. Артамонов. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
5. Худобин, Л.В. Базирование заготовок при механической обработке : учебное пособие / Л.В. Худобин, М.А. Белов, А.Н. Унянин. – Старый Оскол : ТНТ, 2013. – 248 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Computer Aided Design (CAD) 6	Числовое программное
Computer Aided Manufacturing (CAM) 6, 16	управление (ЧПУ) 6
Управляющая программа (УП) 6	Система автоматизированного проектирования (САПР) 6

ОСНОВНЫЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПОНЯТИЯ

Computer Aided Design(CAD) – модуль создания моделей деталей и сборочных единиц.

Computer Aided Manufacturing(CAM) – модуль подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.

Управляющая программа (УП) – совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки [ГОСТ 20523-80].

Числовое программное управление (ЧПУ, Computer Numerical Control, сокр.СNC) – управление обработкой заготовки на станке по управляющей программе, в которой данные заданы в цифровой форме [ГОСТ 20523-80].

Система автоматизированного проектирования (САПР) – автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования [ГОСТ15971-90], представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности [ГОСТ 23501.101-87, РД 250-680-88].

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Первая страница (титульный лист) отчета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Технологическое и программное обеспечение
станков с ЧПУ»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № _____

« _____ »

(название лабораторной работы)

Выполнил студент группы _____

Иванов И.И.

Проверил преподаватель

Евстигнеев А.Д.

Ульяновск 2017

Учебное электронное издание

ЕВСТИГНЕЕВ Алексей Дмитриевич

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СТАНКОВ С ЧПУ**

Сборник лабораторных работ

Учебно-методическое пособие

Редактор Н. А. Евдокимова

Подписано в печать 29.12.2017. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 1,63. Заказ 325. ЭИ 1072. Объем 345 КБ

Ульяновский государственный технический университет,
432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, д. 32.

ИПК «Венец» УлГТУ, 432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, д. 32.