

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет»

На правах рукописи



Султангареева Алеся Сергеевна

Разработка и исследование технологии изготовления мало-  
габаритных деталей с использованием  
CAD/CAM систем

Направление

15.04.05 – «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»

Направленность (профиль) – «Технология машиностроения»

АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Гаер  
Нина Михайловна

**Проверено**

03.07.2017 Зачтено Библиотека

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»

Научный руководитель	кандидат технических наук, доцент Пронин Александр Иннокентьевич
Рецензент	кандидат технических наук, главный инженер ООО «ТехКомплект» Довгаль Олег Викторович

Защита состоится «29 июня 2017 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 124/2.

Автореферат разослан 26 июня 2017 г.

Секретарь ГЭК



Е.Г. Кравченко

## **Актуальность темы исследования**

Тема актуальна и весьма востребована в современном машиностроении. Изучение закономерностей хода изготовления, обнаружение технических, научно-технических, технологических, экономических и координационных условий, подсчет каковых считается важным обстоятельством автоматизации проектирования и технологические процессы производства деталей машин с целью уменьшения его сроков, облегчения работы конструкторов и технологов - это и считается одной из основных задач технологии машиностроения. В наше время обширно используют интегрированные системы компьютерного проектирования и технологической подготовки производства, что предоставляет возможность автоматизировать обыденные процедуры проектирования и написания технологической документации с целью определенного установленного варианта технологического процесса. Однако, остаётся не до конца решена задача написания качественного варианта технологической документации для реальных обстоятельств и условий производства.

Инновационные темпы развития технического прогресса, непрерывное усовершенствование конструкций изделий заставляют производителя формировать производственную линию, а кроме того и концепцию конструкторско-технологической подготовки производства таким способом, чтобы максимально быстро и с минимальными расходами возможно перенастроить ее в производство новейших модифика-

ций изделий, либо в том числе принципиально других изделий, т.е. предельно гибким способом. Отбор методов экономно и свободно перенастраиваемого под новейшие конструкции изделий производства – важная цель любого предприятия, стремящегося достичь преуспевания в конкурентоспособной борьбе. Иная, никак не меньше существенная цель – уменьшение времени таких этапов жизненного цикла изделия, как конструкторская и технологическая проработка изделий. Разрешение данной проблемы представляется в главную очередь в введении в данные этапы современных информационных технологий, а непосредственно применение систем автоматизированного проектирования (САПР). Существует множество программных решений для каждого этапа КТПП.

Анализ источников информации позволяет сделать вывод, что тема диссертации актуальна, посвящена решению задачи по получению наилучшего варианта технологической документации для реальных обстоятельств и условий производства.

**Степень разработанности.** Диссертационное исследование основывается на трудах отечественных ученых в сферах автоматизации технологической и конструкторской подготовки производства, технологии машиностроения, теории резания. В частности, можно выделить таких ученых, как Балакшин Б.С., Бочкарев П.Ю., Васильев А.С., Волчкевич Л.И., Гатчин Ю.А., Григорьев С.Н., Емельянов, С.Г., Иноземцев А.Н., Кабалдин Ю.Г., Кондаков А. И., Корсаков, А.А., Киричек А.В., Митрофа-

нов В.Г., Мокрицкий Б.Я., Пуш А.В., Соломенцев Ю.М., Султан-Заде Н.М., Федонин О.Н., Цветков В.Д., Шептунов С.А., Яблочников Е.И. и др.

**Предметная область исследования.** Конструкторско-технологическая подготовка производства на базе CAD/CAM систем.

**Объект исследования.** Технология механической обработки формообразующих элементов детали. 3D модели детали.

**Предмет исследования.** Технологическая и конструкторская информация.

**Целью магистерской диссертации** является создание современной модели конструкторско-технологической подготовки производства на основе CAD/CAM систем с целью её дальнейшего осуществления в рамках учебного процесса.

Повышение качества и производительности проектирования технологии механической обработки мелкогабаритных деталей путем оценки стратегий обработки на основе CAD/CAM систем.

**Задачи диссертации:**

- Создать структуру сквозной конструкторско-технологической подготовки изготовления деталей;
- Создание информационно-связанных моделей изделий , технологической документации механической обработки, заготовок на основе CAD/CAM систем;
- Выбор наиболее качественной и производительной

стратегии обработки элемента «карман».

- Разработать структуру сквозного проектирования в учебном процессе с использованием CAD/CAM систем, как основа для адаптации выпускников в решении производственных задач.

**Методы исследования.** Теоретические исследования проведены с применением академических баз технологии машиностроения, теоретических основ САПР. Разработка управляющих программ и моделирование выполнялись в системе Siemens NX.

#### **Практическая значимость работы:**

В разработке и апробации методики проектирования технологии механической обработки мелкоразмерных деталей путем сравнительного анализа и оценки полученных вариантов технологии на основе CAD/CAM систем.

Получение результатов в ходе проделанного исследования, которые обладают определенно практическим значением. Они могут быть применены в разработке методики выполнения лабораторных работ для фрезерного станка с ЧПУ, которая будет носить исследовательский характер для студентов специальности «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в ходе их профессиональной подготовки.

В разработке структуры сквозной конструкторско-

технологической подготовки производства в учебном процессе.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованных источников. Работа изложена на 67 страницах, содержит 3 таблиц и 36 рисунков.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** описано подтверждение актуальности выбранной темы диссертации, изложены основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** представлена структура открытой информационно связанной CAD/CAM системы.

На рисунке 1 представлены два основных процесса, образующий жизненный цикл продукта: процесс изготовления и процесс разработки. А так же использование CAD/CAM систем на разных стадиях конструирования и производства изделия.

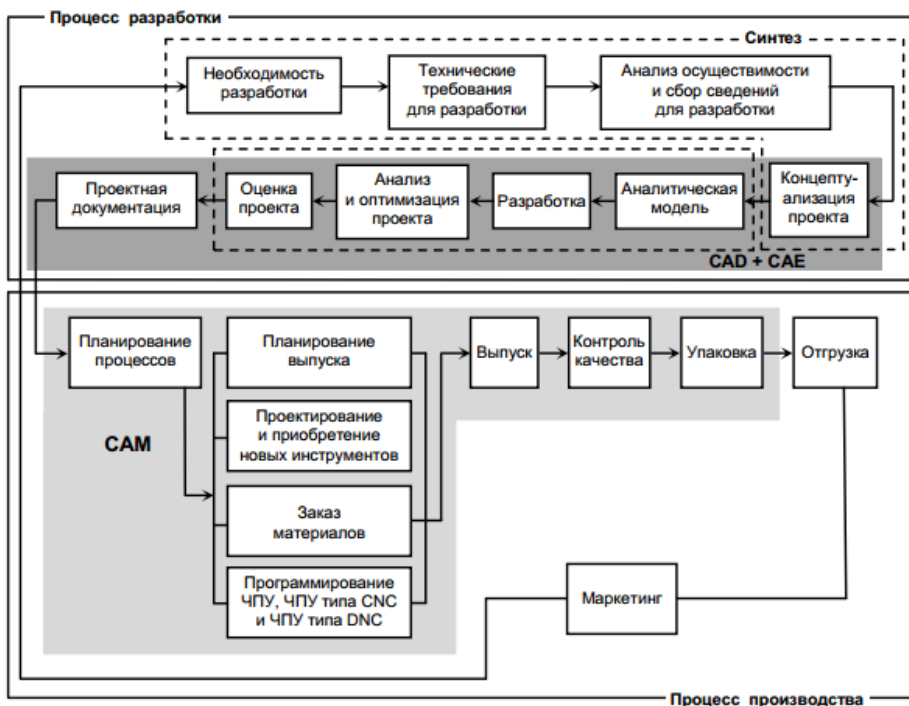


Рисунок 1 - Жизненный цикл продукта

**Во второй главе** предложена структура сквозной конструкторско-технологической подготовки производства, а также структура сквозной конструкторско-технологической подготовки производства в учебном процессе. Рассмотрены различные траектории движений режущего инструмента в NX.

**В третьей главе** изложены все этапы КТПП. Моделирование и создание УП произведены в системе трехмерного твердотельного параметрического моделирования Siemens NX. Создание технологической документации произведено в системе ТехноПро. Приведена методика разработки УП для обработки на



станке с ЧПУ в программе SIEMENS NX 8.5. На основании чертежа детали была разработана 3D - модель детали типа «плита» (рис. 2). Для установки заготовки на станке использовали машинные тиски.

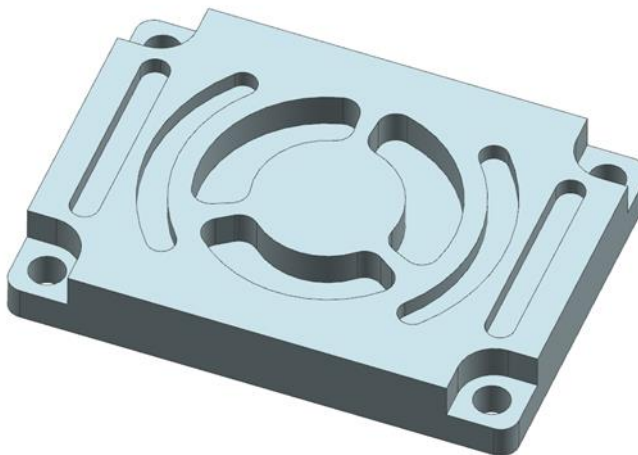


Рисунок 2 – Параметрическая 3D модель детали типа «Плита»

Разработан маршрут обработки (рис.3), подобран инструмент (рис.4), выбраны операции, методы и траектории обработки поверхностей (рис.5).

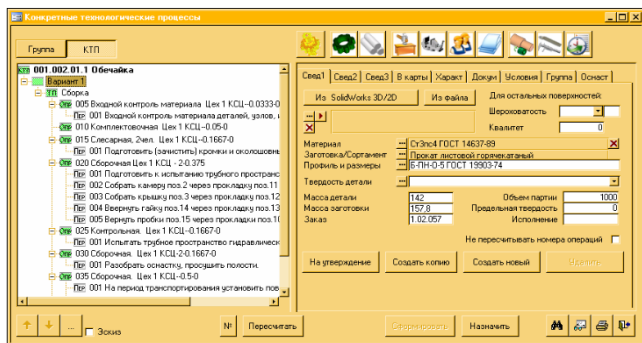


Рисунок 3 – Окно создания технологического процесса детали в ТехноПро

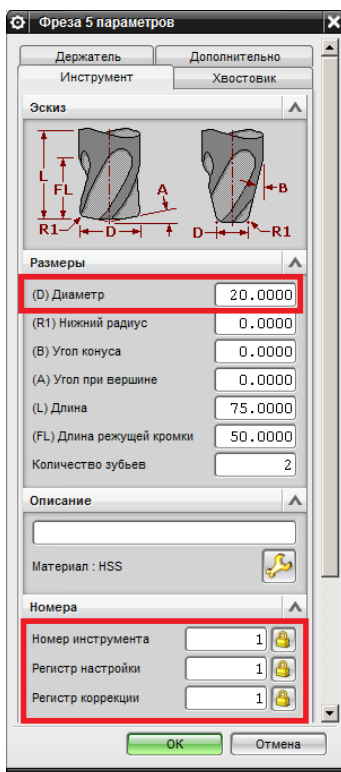


Рисунок 4 - Окно создания нового инструмента

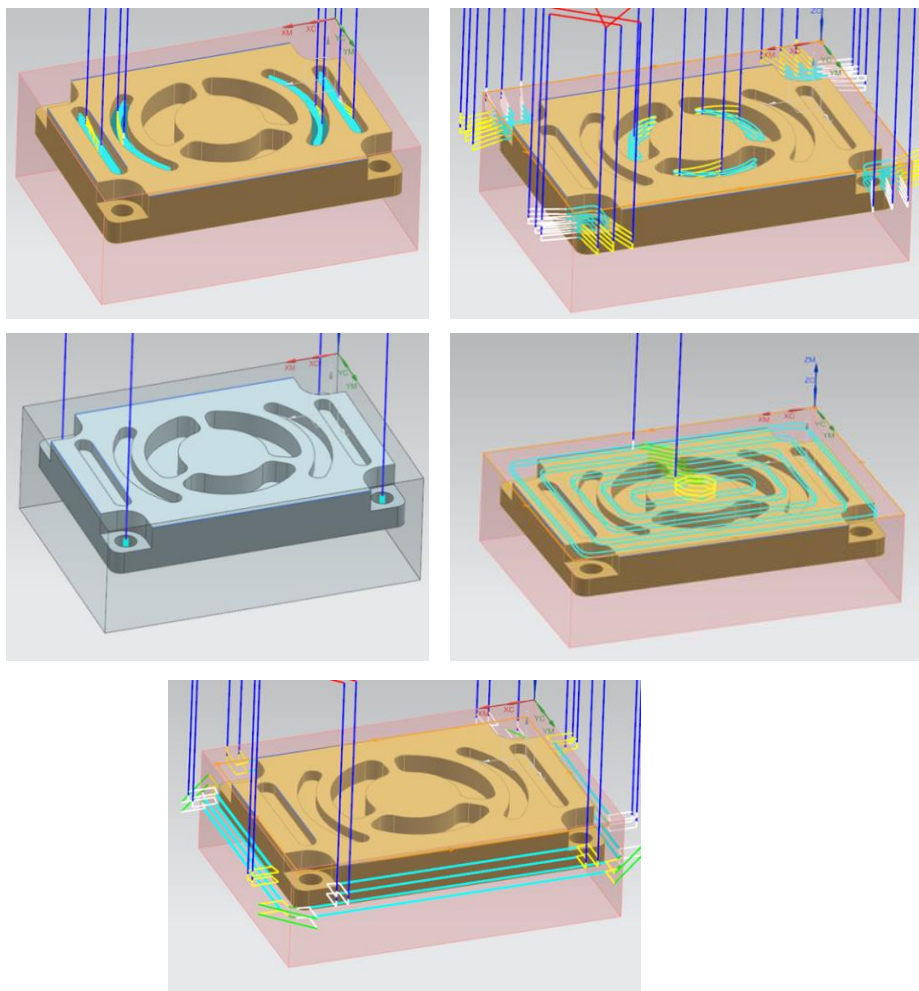


Рисунок 5 – Траектории движений режущего инструмента

Выполнена верификация т.е. проверка сгенерированной траектории (рис.6). Выполнено постпроцессирование траектории инструмента для получения УП (рис.7). Именно постпро-

цессор учитывает особенности кинематики и формат кадра конкретного станка или системы ЧПУ.

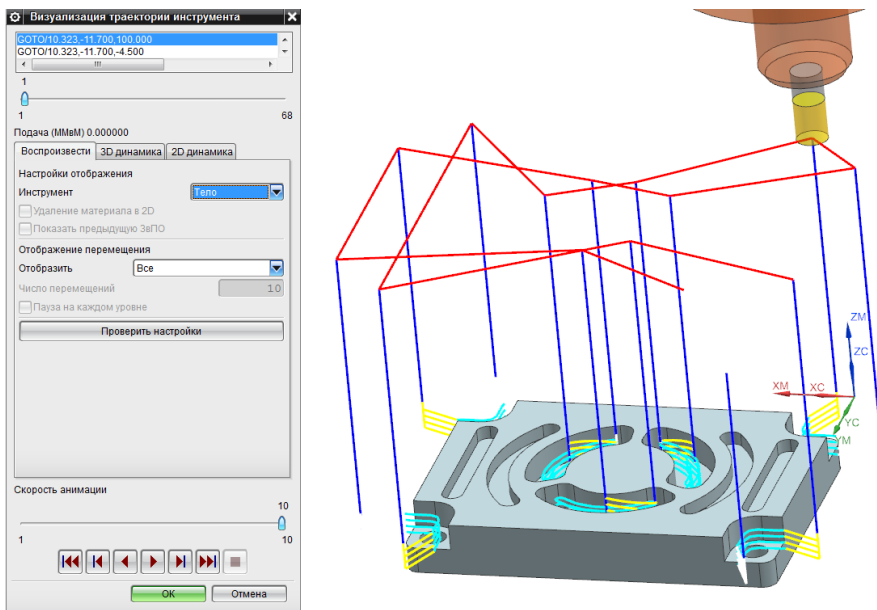


Рисунок 6 - Проверка сгенерированной траектории

```

Информация
-----
Файл(F)  Имя(имени)(I)
-----
Check G:\model2.nc.nc.nc_warning.out for any Errors/Warn
-----
Информация создана для пользователя: Admin
Дата      : 09.04.2017 20:21:24
Текущая рабочая деталь   : C:\Users\Admin\Desktop\
Имя улаа                : home
-----
(Omodel2.nc.nc.nc)

(PART: )
(Program: CAVITY_MILL)
(Admin, Date:Sun Apr 09 20:21:23 2017 )
(MACHINE: TR110 )

(LIMITS=)
(MIN  X=7  Y=8  Z=6  A=0.000  B=0.000)
(MAX  X=143  Y=102  Z=101  A=0.000  B=0.000)

(DIST=3720.517mm )

(TIME=1.01' )
%
M000001 G40 G17 G90 G80 G71 G94

(CAVITY_MILL)
M000004 (TOOL: DGT0201_104  D=20.00)
M000005 G91 G28 Z0.0
M000006 T01 M06
M000007 M01
M000008 G68 G90 G17 X0.0 Y0.0 R[#159]
M000009 G167 F2 E0.05
M000010 G94 G01 G90 A0.0 B0.0 F7000.
M000011 G94 G01 X#2.0#2 Y#1.4#6 F7000. S12000 M03
M000012 G49 G01 Z100. F7000.
M000013 Z3.
M000014 G03 X#2.0#2 Y#1.4#6 Z.036 I=-7.0#2 J#5.5#4 F2700.
M000015 X7#5. Y#8. Z=2.5 I=-7.0#2 J#5.5#4
    
```

Рисунок 7 – Текст УП

Текст УП получен. Если бы вся обработка детали задавалась одной операцией, то вряд ли имело бы смысл создавать столько объектов обработки - все можно было бы задать в одной операции. Но реальные проекты обработки могут содержать десятки и сотни операций. В этом случае использование идеологии родительских групп позволяет легко модифицировать параметры сразу для группы операций (например, припуск на чистовую обработку).

Также в третьей главе рассмотрены различные траектории обработки элемента «карман» на деталях типа «плита». Для этого созданы параметрические 3D модели.(рис. 8)

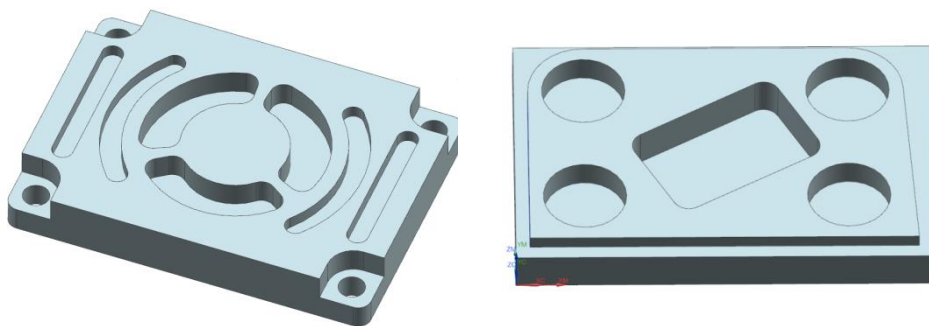


Рисунок 8 - Параметрические 3D модели

1. Траектория обработки «**Зигзаг**» (рисунок 9) обработка строчками вдоль заданного направления вдоль оси X или Y, возможно задание и произвольного направления.

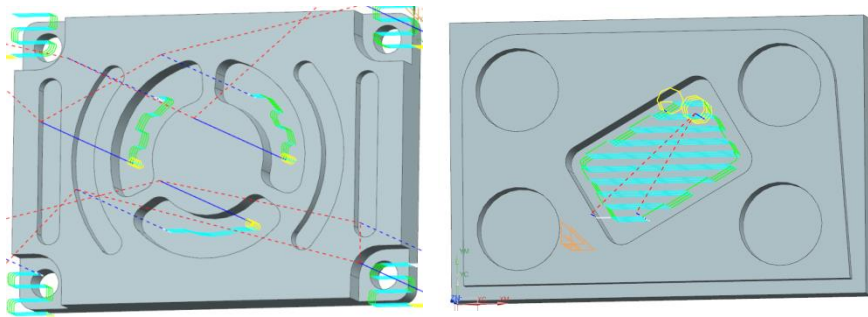


Рисунок 9 - Траектория обработки «Зигзаг»

2. Траектория обработки «**Трохоидальная**» (рисунок 10) используется для устранения проходов полным диаметром фрезы.

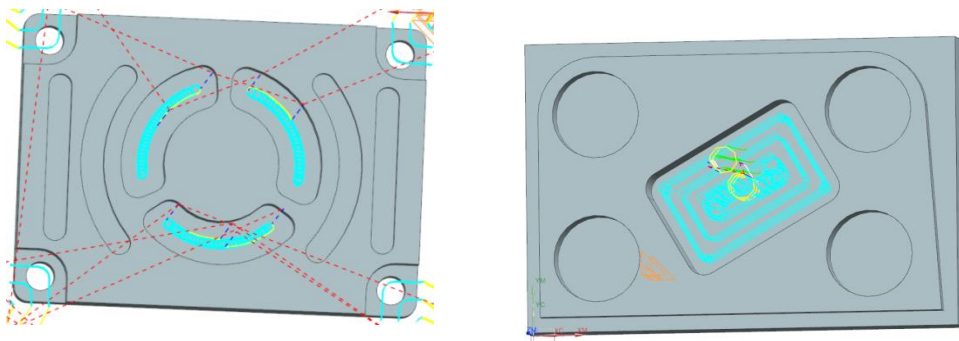


Рисунок 10 - Траектория обработки «Трохоидальная»

3. Траектория обработки «**Зиг**» (рисунок 11) позволяет выдерживать направление резания, но существенно увеличивает длину холостых ходов, при использовании этого шаблона увеличивается вероятность погружения инструмента в материал в связи с тем, что подход сбоку невозможен

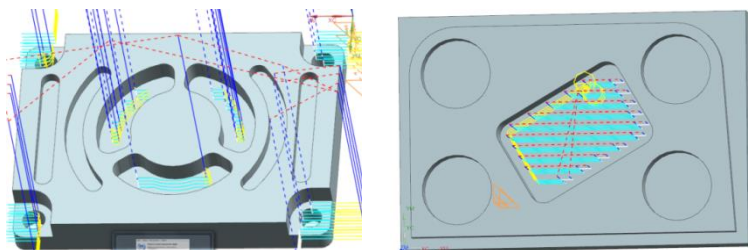


Рисунок 11 - Траектория обработки «Зиг»

4. Траектория обработки «**Вдоль периферии**» (рисунок 12) часто используется при обработке отверстия после предварительного засверливания или обработки закрытых карманов с первоначальным спиральным погружением.

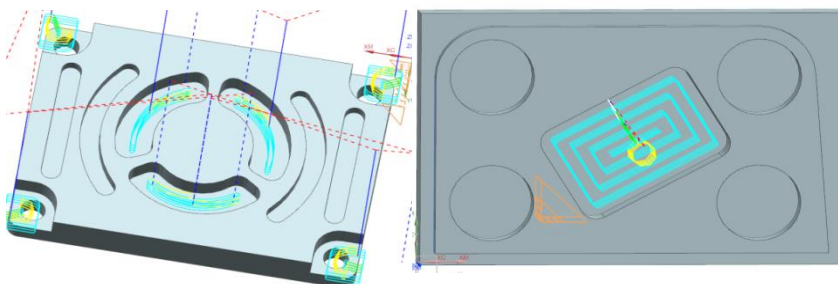


Рисунок 12 - Траектория обработки «Вдоль периферии»

Создание траекторий рабочих перемещений. Оптимальный подбор на переходах траектории движения рабочих перемещений инструмента, является одной из наиболее непростых проблем, при разработке технологического процесса обработки на станках с ЧПУ. Таким образом, при обработке криволинейной поверхности рациональной с точки зрения снижения программирования считается траектория. Данное обуславливается тем, что на большей части своего пути инструмент делает прямолинейные перемещения. В случае обработки инструмент перемещается главным образом по криволинейным траекториям, что труднее для программирования.

В дальнейшем выбор правильной траекторий движения обработки дает возможность уменьшить количество инструментов в наладке и основное время обработки.

**В четвертой главе** представлен окончательный вывод технологической документации в системе ТехноПро.

ТехноПро полностью автоматизирует процесс технологической подготовки производства, включая проектирование технологий, технологические и экономические расчеты, получение документации и отчетов (рис.13). В ТехноПро можно использовать базу конструкторской документации для ведения базы состава изделий и спецификаций предприятия и изменений в конструкторские документы (КД). В информационной базе ТехноПро ведется база оборудования, наименований операций, оснащения, инструментов (по ГОСТ, специальные), материалов, тек-





Проведен сравнительный анализ использования различных стандартных стратегий обработки элемента «Карман», определена стратегия обеспечивающая, повышение производительности и качество обработки и при этом обеспечивается меньший износ механизмов станка. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты различных траекторий обработки

<b>Траектория обработки</b>	<b>Шероховатость, Ra</b>	<b>T<sub>0</sub>, сек</b>
«Зиг-заг»	1,38	60
«Вдоль периферии»	1,11	57
«Трохоидальная обработка»	0,93	59
«Зиг»	1,43	107

## Основные выводы и результаты работы

1. Представлена модель современной конструкторско-технологической подготовки производства на примере разработки технологического процесса мелкогабаритной детали в рамках учебного процесса. Применение разработанной технологии сквозного проектирования позволяет: уменьшить время на изготовление изделия - на 20-60%; сократить время на внесение изменений в технологический процесс на 60-80%; уменьшить расходы на подготовку изделия к производству на 5-60%; ускорить выход продукции на рынок - на 30-90%; существенно повысить качество выпускаемой продукции.

2. Разработана методика выполнения лабораторных работ для фрезерного станка с ЧПУ, которая носит исследовательский характер для студентов специальности «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в ходе их профессиональной подготовки.

3. Проведен сравнительный анализ использования различных стандартных стратегий обработки карманов, определена стратегия обеспечивающая, повышение производительность обработки на 15% и качество обработки т.е. более низкую шероховатость. Установлено что наиболее качественная и производительная траектория обработки элемента «карман» - Трохоидальная.

## Список опубликованных работ

1. Султангареева, А. С. Сквозное проектирование на базе 3D-моделирования/ А. С. Султангареева студент, А. И. Пронин // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов» // Материалы докладов 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. (г. Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г.). Редкол.: Э. А. Дмитриев (отв. ред.) [и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. – 1292 с.

2. Пронин, А.И. Исследование и разработка конструкции детали кронштейн с использованием CAD/CAE систем /А. И. Пронин, Е. Б. Щелкунов, А. С. Султангареева, К. А. Латышев, А. А. Иваненко // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВО «КНАГТУ», 2017 Т.1 № I-1(29). С. 27-32.