

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ  
САМАРСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

А.С. САФРОНОВ

Алгоритм решения конкурсных заданий  
по фрезерованию на соревнованиях профессионального мастерства

САМАРА 2015

**Сафронов А.С.**

**Алгоритм решения конкурсных заданий по фрезерованию на соревнованиях профессионального мастерства:** методич. пособие /А.С. Сафронов – Самара: Изд-во ГБОУДОД СОЦДИОТТ, 2015. – 15 с., Рис. 8, Табл.2.

В данном пособии рассмотрен алгоритм решения задачи фрезерования поверхности изделия на примере конкурсного задания в компетенции фрезерования с применением программно-инструментального комплекса ArtCAM 2011 с последующим изготовлением детали на станочном оборудовании Roland MDX-540S.

Пособие предназначено для учащихся средних и старших классов общеобразовательных школ, проходящих обучение по программам дополнительного образования детей технической направленности, а также обучающихся робототехнике. Настоящее методическое пособие может быть использовано для подготовки спортивных групп учащихся общеобразовательных школ к региональным соревнованиям профессионального мастерства, а также к соревнованиям общероссийского уровня.

© Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования детей Самарский областной центр детско-технического юношеского творчества,  
2015

## Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Постановка задачи конкурса.....	6
Глава 2. Алгоритм выполнения задания.....	8
Глава 3. Техника безопасности.....	12
Заключение.....	14
Список используемых источников и литературы.....	15

## Введение

В связи со значительным повышением роли технологического фактора в современном производстве, возникает необходимость подготовки специалистов технической направленности, обладающих высоким уровнем знаний в современных системах автоматизированного проектирования. Однако более острой проблемой в текущих условиях становится вопрос педагогических кадров, способных обеспечить подготовку специалистов высокого уровня.

Необходимым критерием оценки знаний в области рабочих специальностей являются соревнования по утвержденным на уровне государственных органов управления профессиональным стандартам. Профессиональные стандарты выражены в общепринятых на мировом уровне компетенциях, таких как фрезеровка, токарное дело, робототехника, электроника, мехатроника, прототипирование, инженерная графика, аэрокосмическая инженерия. Именно в соревнованиях состязаются лучшие образовательные практики наставников и их учеников, определяются победители и номинанты конкурса.

При выполнении конкурсных заданий ученик должен обладать высокими знаниями в области общенаучных дисциплин - математики, физики, химии, информатики, обладать знаниями технического английского языка. Помимо глубоких знаний школьных предметов, конкурсант должен обладать знаниями в области естественнонаучных дисциплин высшей школы - материаловедения, метрологии, программирования и других дисциплин, которые, как правило, не преподаются в рамках общеобразовательной школьной программе. Преподавателем учебного курса для подготовки учащегося должна быть разработана учебная программа, содержащая области знаний из различных дисциплин.

В методическом пособии представлен алгоритм выполнения конкурсного задания в рамках компетенции фрезерования на станках с ЧПУ. Актуальность пособия обусловлено тем, что в условиях жестких временных ограничений на конкурсе необходимо предоставить законченный проект задания, выполненный в строгом соответствии с условиями конкурса и его документацией, на, зачастую, незнакомом конкурсанту оборудовании. В этих непростых условиях необходимо иметь четко выстроенный план действий для успешного выполнения учеником задания.

В пособии рассматривается представлено задание по фрезеровке детали для юниоров, которое необходимо изготовить конкурсанту. Целью методического пособия является создание действенного, и, в то же время, простого алгоритма действий участника конкурса, направленного на выполнение проекта в сжатые сроки и с должным качеством.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие локальные задачи:

- построить графическую модель изделия;
- создать управляющую программу обработки изделия;
- передать управляющую программу на станок для изготовления детали.

В пособии уделено особое внимание решению первой задачи, а именно созданию графической модели детали, так как, зачастую, именно эта часть задания является наиболее трудоемкой и требует значительных временных затрат, что в условиях соревнований является важным элементом в достижении общего успеха.

Объектом исследования является алгоритм действий участника соревнования технического мастерства по компетенции фрезерования на станках ЧПУ.

Предметом исследования является анализ проекта, необходимого для реализации, типичные проблемы, которые возникают при выполнении задания.

Программно-инструментальным комплексом для создания графической модели будет являться среда ArtCAM 2011. Станочное оборудование, применяемое при реализации проекта – фрезерный станок Roland MDX540S с программным обеспечением VPanel для MDX540.

Проблема изученности вопросов работы на станках с ЧПУ достаточно хорошо представлена и глубоко рассмотрена в работах Фельдштейна Е.Э. «Обработка деталей на станках с ЧПУ», Лещенко А.И. «Программирование и технологические процессы для станков с ЧПУ», Рязанова А.И., Урлапкина А.В., Чемпинского Л.А. «Реализация методики создания 3D параметрических моделей типовых деталей ГТД» и в работах других авторов. Вместе с тем рассматриваемые модели и алгоритмы в современной литературе обращены, прежде всего опытным пользователям систем автоматизированного проектирования производственной направленности, являющихся специалистами промышленных предприятий, учащимися высших учебных заведений, обладающих высоким уровнем подготовки по избранной дисциплине.

Настоящее методическое пособие направлено, прежде всего, на учащихся общеобразовательных школ, обучающихся по программам дополнительного образования, адаптировано к их уровню подготовки, а также позволяет им в короткие сроки овладеть необходимыми знаниями для участия в соревнованиях разного уровня, и может быть использовано при подготовке к соревнованиям по избранной рабочей специальности.

## Глава 1. Постановка конкурсного задания.

Требуется изготовить деталь на фрезерном станке с ЧПУ, составив осмысленный структурированный план действий. Макет детали должен быть изготовлен за 3 часа (180 мин). По истечении отведенного на конкурс времени работа прекращается техническим экспертом, и законченная работа должна быть сдана техническому эксперту в присутствии экспертов наблюдателей.

Следует отметить, что на конкурсе, как правило, детали изготавливаются из алюминиевой заготовки, но в пособии рассматривается изготовление деталей из дерева исходя из технических характеристик используемого станка.

Проектная документация конкурса представлена в виде чертежа необходимой для изготовления детали (Рис. 1).

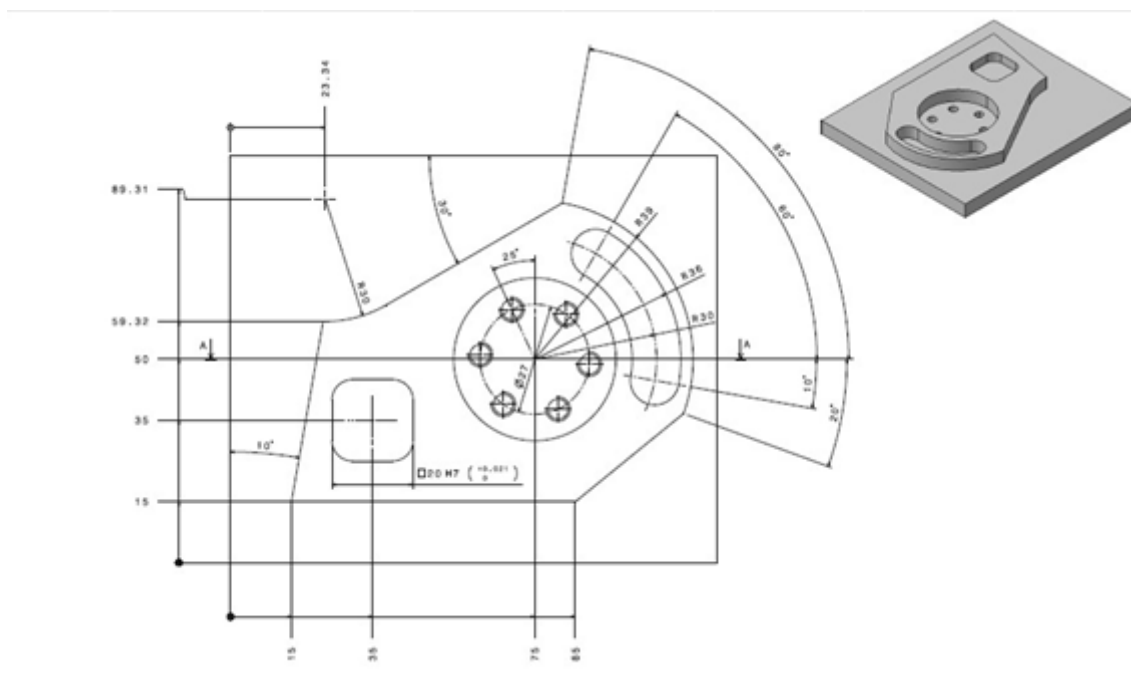


Рис. 1 – Проектная документация конкурса

Среди разрешенных в использовании вспомогательных средств разрешается использовать каталог инструментов и параметров резания, таблицей допусков и посадок, диаметров отверстий под резьбы, блокнот и калькулятор. Как правило, все технические средства предоставляются организаторами конкурса.

Оценка выполненных проектов завершенных работ оцениваются по критериям оценки, представленной в табл. 1.

№ п/п	Технический критерий	Балл
1	Наличие элементов детали	10
2	Соответствие размеров детали, размерам, заявленным на чертеже	64
3	Соответствие качества поверхности, заявленному на чертеже	5
4	Состояние поверхности детали, наличие	4

	повреждений и царапин	
5	Неиспользованная дополнительная заготовка	5
6	Неиспользованные подсказки (за каждую)	2
7	Избегание ситуаций, требующих вмешательства Технического эксперта (за каждое)	2
	Итого :	

Табл. 1 – Технические критерии оценки результатов работ

Следует также отметить, что все задания выполняются, как правило, на оборудовании Siemens с управляющим комплексом NX. В данном методическом пособии реализация проекта будет произведено в программе ArtCam 2011, так как для начинающих заниматься проблемами систем автоматизированного проектирования это, на взгляд автора, наиболее простой в освоении комплекс.

Таблица выполнения размеров представлена ниже (табл. 2.)

№ п/п	Размер	Допуск	Выполнен/нет
1	75*	+0,032 +0,002	
2	44*	+0,039 0	
3	65	0 -0,3	
4	71	0 -0,3	
5	55*	0 -0,03	
6	67*	0 -0,03	
7	Ø6*	+0,03 -0,03	
8	17	+0,09 -0,09	
9	Ø10*	+0,05 -0,05	
10	25*	+0,05 -0,05	
11	37	+0,125 -0,125	
12	55	+0,15 -0,15	
13	67	+0,15 -0,15	
	Итого выполнено		

Табл. 2 – Таблица выполнения размеров изделия.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что конкурсанту для победы в конкурсе необходимо соблюсти размерность изделия, произвести качественную

фрезеровку изделия, не повредив его, по возможности не прибегая к помощи стороннего эксперта.

## Глава 2. Алгоритм выполнения задания

Главным элементом конкурса является создание 3D-модели. Ее передача на станок и, непосредственно работа станка является технической составляющей, поэтому надо четко представлять пошаговую стратегию создания модели или алгоритм действий.

Представим возможный пошаговый алгоритм действий участника конкурса при выполнении им конкурсного задания по компетенции фрезерования.

Шаг 1. Представление модели в системе двумерной координатной плоскости (Рис 2).

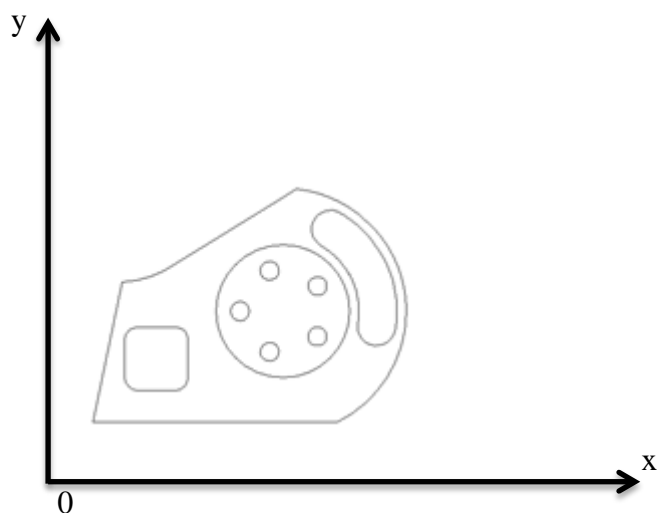


Рис 2 – Модель детали в координатной плоскости

Планируемое время на реализацию первого шага - 3 мин.

Шаг 2. Определение ключевых точек модели на координатной плоскости, необходимых для построения трехмерной модели (Рис.3).

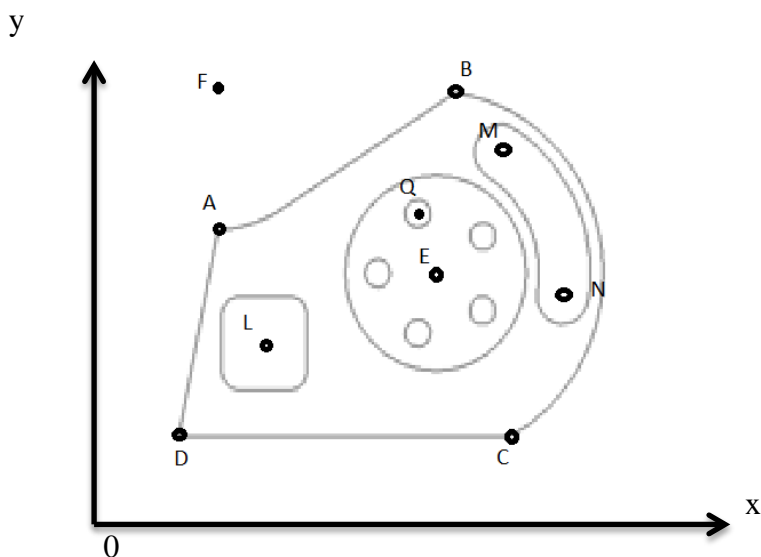


Рис. 3 – Определение ключевых точек модели.

Планируемое время на реализацию второго шага составляет 5-7 минут в зависимости от сложности задания.

Шаг 3. Определение координат ключевых точек на плоскости.



A (24;59,32),  
B (79;89),  
C (95;15),  
D (15;15),  
F (23,34;89,31),  
E (75;50),  
L (35;35),  
M (90,76),  
N (104,5;45),

Определение координат точек может занять от 15 до 20 минут в зависимости от количества точек с неявными координатами, которые необходимо определить расчетным путем. В нашем случае такими точками являются точки M и N.

В зависимости от количества точек конкурсантом может быть затрачено до 30 минут на реализацию данного шага.

Шаг 4. Построение полных фигур в 2D виде в программе ArtCAM 2011 по найденным точным координатам фигуры (рис. 4.)

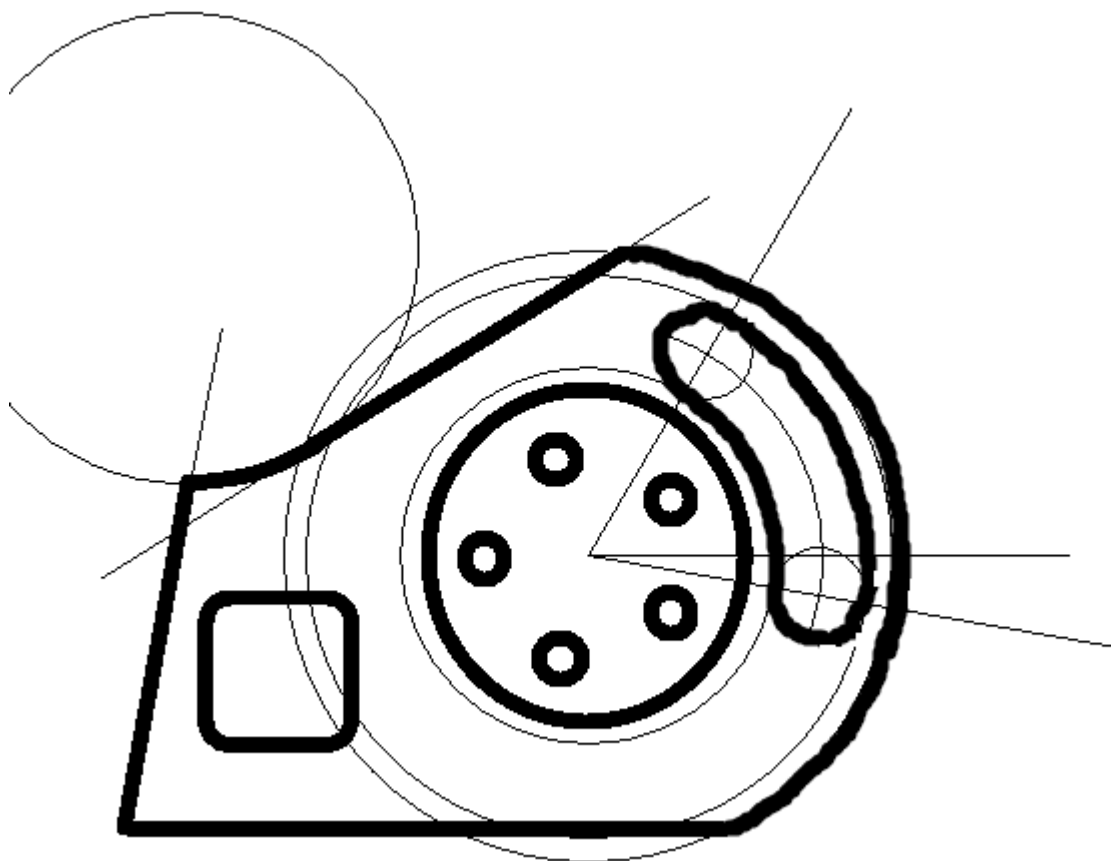


Рис. 4 – Построение промежуточных фигур для изготовления изделия

Производится выделение нужных нам частей фигур, получившихся в результате моделирования и создания двухмерной модели конкурсной детали. Особое внимание требуется уделить построению фигуры, внутри которой находятся точки M и N.

Выполнение данного шага возможно произвести за 10 минут.

Шаг 5. Удаление лишних элементов в структуре 2D (рис.5.)

На данном шаге необходимо проявить аккуратность при удалении лишних векторов, так как их повреждение поставит под вопрос дальнейшую реализацию алгоритма формирования модели конкурсного задания.



Рис. 5 – Конкурсная модель в 2D-пространстве

Готовая модель в двумерном пространстве представлена на рис. 5. После обрезания лишних векторов она примет вид, указанный на рисунке. В конкурсном задании целенаправленно упущена высота фигуры, так как дальнейшая работа по созданию 3D модели не представляет сложности, за исключением одной очень важной детали.

Здесь стоит отметить основную проблему, которая может возникнуть при реализации проекта на этом шаге. Элемент детали, внутри которого находятся точки M и N, будет состоять из нескольких векторов. После того, как мы свяжем эти вектора в единый вектор, может быть обнаружена проблема в том, что данный вектор будет являться открытым, и все дальнейшие операции с созданием его в 3D-модели не представляются возможными. Может потребоваться операция лечения этого вектора для связи всех его узлов. Эта проблема может быть связана с тем, что проект задания формируется организаторами конкурса в программе AutoCad, а необходимая точность управляющей программы превышает точность программы, в которой формируется конкурсное задание.

Затраты времени на выполнение шага составят примерно 10 минут

Шаг 6. Построение 3D модели конкурсного задания и создание управляющей программы для реализации проекта модели на станке ЧПУ (рис.6а -внутренний,6б-внешний)

Построение рельефного изображения по полученным векторам, как правило, не занимает много времени, за исключением случаев обнаружения открытых векторов, которые необходимо подвергнуть лечению. В случае обнаружения проблем с векторами, их исправление может занять до 30 минут.

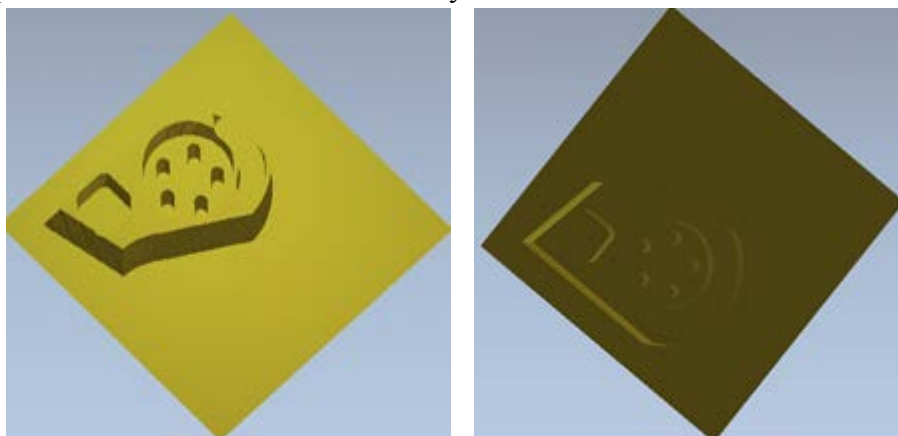


Рис. 6а,б – внутренняя и внешняя 3D-модель изделия

Теперь модель полностью построена, и необходимо составить управляющую программу для передачи ее на изготовление машиной. Это самый длительный из всех этапов. Он может длиться более одного часа в зависимости от самой модели станка, выбранной стратегии резьбы, размера начальной заготовки и других параметров. В нашем случае можно применить две фрезы – диаметром 6мм цилиндрической формы, а затем 0,8 мм конической формы. В зависимости от того сколько времени осталось между ними можно еще применить фрезу 3 мм сферической формы для минимизации риска поломки конической финишной фрезы. На создание управляющей программы может уйти 15 минут времени, итого на реализацию данного шага может быть потрачено до 45 минут.

Шаг 7. Отправка управляющей программы на станок для реализации программы.

Сформированный файл управляющей программы в формате .txt конкурсант отправляет на станок с ЧПУ.

Как видно из предыдущих шагов, затраченное суммарное время на выполнение первых шести шагов алгоритма может составить примерно от полутора до двух часов. Оставшийся час с небольшим временем необходимо отвести на процесс изготовления детали. На современном оборудовании, как правило, существует расчет точного времени реализации стратегии обработки.

На рис. 7 представим примерную диаграмму реализации приведенного в методическом пособии алгоритма.

t (мин.)

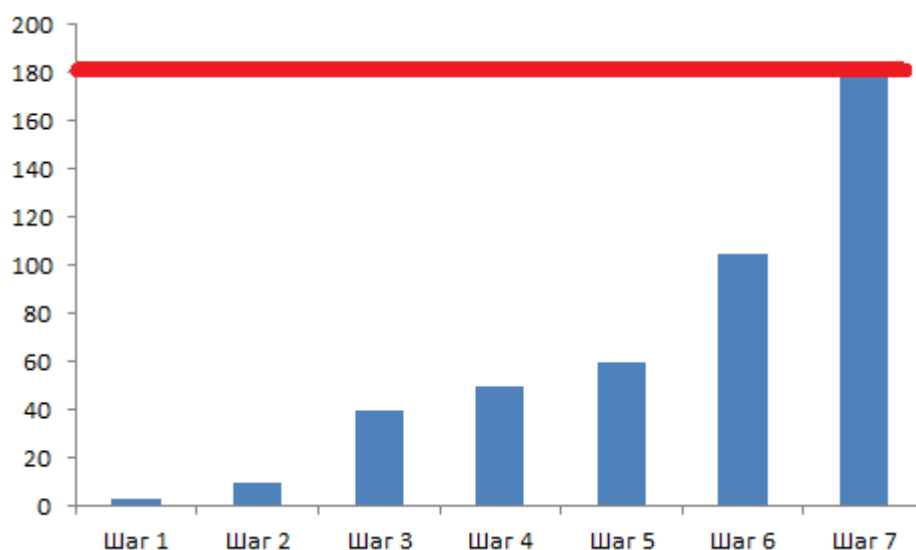


Рис. 7 – Время реализации алгоритма

Как видно, алгоритм состоит из семи основных шагов, где особое внимание обращено на создание модели изделия, ведь это самый важный этап на пути к успешному выступлению в конкурсе. Остальные этапы также важны, но ошибки, допущенные при проектировании изделия, неправильного понимания чертежа, могут отразиться на последующих этапах изготовления изделия и привести к браку материала и поломке инструмента и оборудования. Линией на приведенной диаграмме представлено временное ограничение выполнения задания, которое составляет 3 часа или 180 минут. Время для каждого шага алгоритма рассчитывается нарастающим итогом.

### Глава 3. Техника безопасности

Существуют строгие правила работы на станочном оборудовании, несоблюдение которых может привести к тяжким последствиям для жизни и здоровья его оператора. Необходимо четко следовать установленным правилам при работе со сложным оборудованием и режущим инструментом.

Основные правила заключаются в следующем:

- запрещается работать на станках в утомленном состоянии, под воздействием алкоголя или медицинских препаратов;
- работайте на машине в чистом, ярко освещенном помещении. Работая в затемненном неубранном помещении, вы можете по неосторожности зацепиться за машину, что может привести к падению;
- перед включением питания убедитесь, что станок установлен в безопасной области. Убедитесь, что перемещения станка не опасны для находящихся поблизости людей;
- используйте машину только для целей, для которых она предназначена, не работайте на машине с чрезмерными нагрузками. Несоблюдение этого требования может привести к пожару;
- перед включением питания убедитесь, что станок установлен в безопасной области. Убедитесь, что перемещения станка не опасны для находящихся поблизости людей;
- никогда не работайте тупым или сломанным инструментом. Постоянно следите за техническим состоянием машины и поддерживайте ее в хорошем рабочем состоянии. Несоблюдение этого может привести к поломке или возгоранию машины;
- работу необходимо производить в очках или маске, случайное попадание стружки в организм опасно для здоровья.
- нельзя вставать и опираться на машину. Машина не предназначена для того, чтобы выдерживать человека. Это может привести к падению и травме.

Основные требования материалам, применяемым на установке ЧПУ:

- нельзя обрабатывать магниевые сплавы, это может привести к пожару;
- стружка может воспламениться. Порошковые материалы чрезвычайно опасны, загореться может даже металлическая стружка,

Существует опасность поражения электрическим током при работе на станке. Ниже приводятся основные риски, возникающие при работе с инструментом:



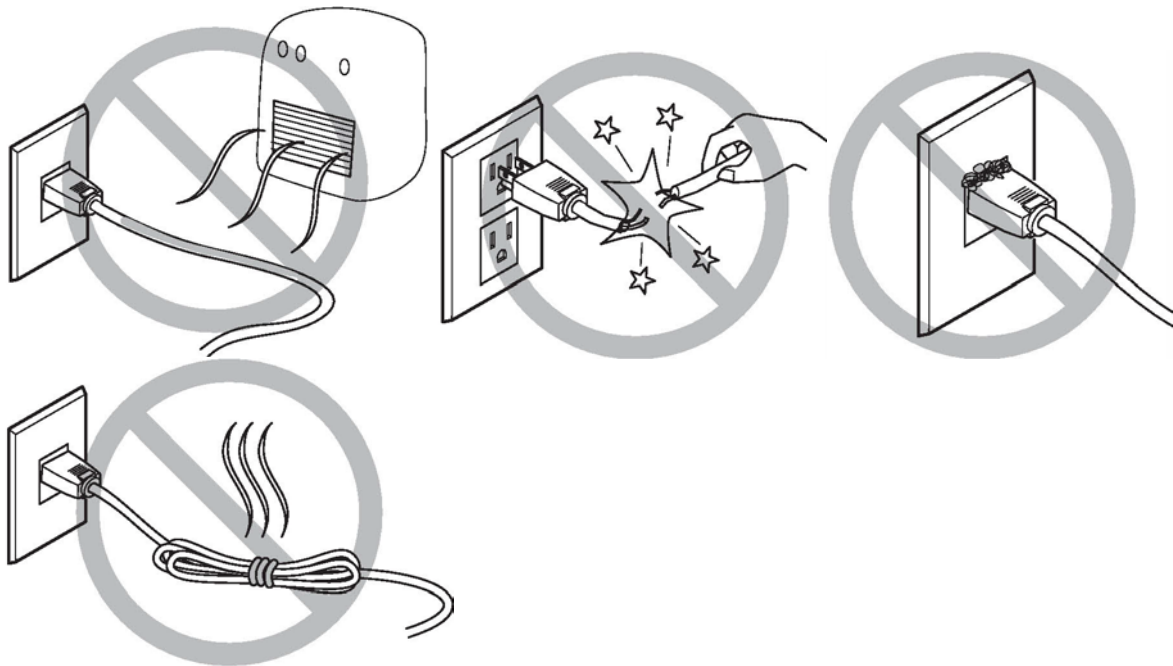


Рис 8 – Техника безопасности для предотвращения поражения электрическим током.

При проведении любых работ необходимо руководствоваться законодательством РФ: требованиям СП, СанПиН, требованиям актуальных правил и норм по охране труда.

## Заключение

В результате проведенной в методическом пособии работе был сформирован план действий участника конкурса в компетенции фрезерования на станках с ЧПУ. Была достигнута цель, стоящая перед методическим пособием, а именно создан действенный и простой алгоритм участника конкурса профессионального мастерства.

Для достижения поставленных перед работой целей были решены сопутствующие ей задачи, такие как построение графической модели изделия; создание управляющей программы обработки изделия; передача управляющей программы на станок для изготовления детали.

В методическом пособии представлена актуальность исследований в рамках данной тематики, так как процесс подготовки высококвалифицированных кадров рабочих специальностей широко набирает обороты. В России реализуется множество проектов по подготовке специалистов и формируется твердая основа для создания методической базы их подготовки. Наиболее подробно актуальность происходящих в современном обществе процессов и направлении развития творчества в области дополнительного образования представлено в Концепции Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы. В рамках Программы должны быть решены задачи достижения высокого стандарта качества содержания и технологий для всех видов образования - профессионального (включая высшее), общего и дополнительного, а также достижения качественно нового уровня развития молодежной политики, повышения доступности программ социализации детей и молодежи для успешного вовлечения их в социальную практику.

В рамках задачи развития современных механизмов, содержания и технологий общего и дополнительного образования предполагается выполнение комплекса мер по использованию ранее разработанных и внедренных федеральных государственных образовательных стандартов, включая их методическое обеспечение и программы повышения квалификации преподавательского состава. Для целей реализации указанной задачи будут сформированы новое содержание общего (включая дошкольное) образования и технологии обучения по общеобразовательным программам, а также оказана методическая и инновационная поддержка развитию образовательных систем дошкольного образования, дополнительного образования детей.

## Список используемых источников и литературы:

1. Лещенко А.И., Программирование и технологические процессы для станков с ЧПУ, Конспект лекций для студентов специальностей «Технология машиностроения». - Мариуполь: 2005, 81с.
2. Рязанов А.И., Урлапкин А.В., Чемпинский Л.А. Реализация методики создания 3D параметрических моделей типовых деталей ГТД // Известия Самарского научного центра Российской академии наук 6(4), т.15/Самара, 2014 г., с. 949-954 (статья)
3. Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Обработка деталей на станках с ЧПУ, «Новое издание».- М: 2008, 299 с.
4. <http://government.ru/media/files/mlorxfXbbCk.pdf>
5. [http://worldskillsrussia.org/wp-content/uploads/2014/12/WSR\\_2014\\_TD07\\_RUS\\_Milling.pdf](http://worldskillsrussia.org/wp-content/uploads/2014/12/WSR_2014_TD07_RUS_Milling.pdf)