

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Проектирование и сборка трехкоординатного станка с ЧПУ центра
«Формула Станок»

Студент	<u>Д.А. Морозов</u> (И.О. Фамилия)	_____
Руководитель	<u>Н.Ю. Логинов</u> (И.О. Фамилия)	_____
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>О.Н. Брега</u> (И.О. Фамилия)	_____

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную бакалаврскую работу «Проектирование и сборка трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ центра «Формула Станок»».

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка используемой литературы и приложения, в котором содержится конструкторская документация.

Во введении объясняется цель изготовления данного устройства.

В первом разделе «Анализ исходных данных» происходит назначение первоначальных параметров, которые позволят проводить последующие расчёты.

Во втором разделе «Технологическая часть» производится описание и кинематический расчет манипулятора, расчет зажимного приспособления и основные параметры фрезерного станка с ЧПУ .

В третьем разделе «Компьютерное моделирование и чертежи» представлены чертежи и модели основных узлов фрезерного станка с ЧПУ и промышленного манипулятора.

В четвертом разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» указаны меры безопасности при использовании данного оборудования.

В пятом разделе «Экономическая эффективность работы» выявляется экономическая эффективность от применения данного устройства.

В заключении приведены выводы и результаты данной работы.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 68 страниц, содержащей 11 таблиц, 26 рисунка и графической части содержащей 7 листов формата А1.

ABSTRACT

The topic of the graduation work is "Design and Assembly of three-axis CNC milling machine center "Formula Machine"".

Final qualification work consists of introduction, five sections, the conclusion, the list of the used literature and the application which contains design documentation.

The introduction includes the purpose of production of this device includes.

There is a purpose of initial parameters which will allow to carry out the subsequent calculations in the first section "Analysis of basic data".

In the second section "Technological part" is a description and kinematic calculation of the manipulator, the calculation of the clamping device and the main parameters of the CNC milling machine

The third section "Computer modeling and drawings" presents drawings and 3D models of the main components of the CNC milling machine and industrial manipulator.

In the fourth section "Safety and environmental friendliness of a technical object" security measures when using this equipment are specified.

In the fifth section "Cost efficiency of work" the cost efficiency from use of this device is presented.

Conclusions and results of this work are given in the conclusion.

The final qualifying work consists of an explanatory note in the amount of 68 pages containing 11 tables, 26 figures and a graphic part containing 7 drawings A1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных	6
1.1 Назначение и характеристика настольно-фрезерного станка	6
1.2 Способы монтажа станка	6
1.3 Анализ технологичности конструкции станка	7
1.4 Размерный анализ сборочных размерных цепей	8
1.5 Описание работы манипулятора	8
1.6 Описание конструкции и принципа работы захватного устройства	9
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Манипулятор	11
2.2 Трехкоординатный фрезерный станок с ЧПУ	14
3 Компьютерное моделирование и чертежи	16
3.1 Основные чертежи и 3D модели станка	16
3.2 Основные чертежи и 3D модели манипулятора	25
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	26
4.1 Технологический паспорт технического объекта.....	26
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	26
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	27
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	28
4.5 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	32
5 Экономическая эффективность работы.....	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ А	42
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	46
ПРИЛОЖЕНИЕ В	54

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, в индустриальном машиностроении широкий выбор станков с ЧПУ. Большинство станков сконструировано так, что отсутствует возможность универсального применения. Так же проанализировав конструкцию, были выявлены недостатки. В связи с этим на базе кафедры ОТМП было принято решение о проектировании настольного фрезерного станка с ЧПУ.

Так же, не отставая от современного машиностроительного мира, студенческая команда «Формула станок» приняла решение о проектировании собственного манипулятора.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и характеристика настольно-фрезерного станка

Настольно-фрезерный станок предназначен для обработки различных изделий из дерева, полимеров, мягких металлов цилиндрическими, торцовыми, дисковыми, угловыми и специальными фрезами.

«Широкий диапазон скоростей шпинделя и подачи обеспечивает возможность обработки изделий на оптимальных режимах резания. Для вращения шпинделя и механических подач предусмотрены приводы от отдельных электродвигателей. Инструмент может совершать быстрые перемещения в трех осевом пространстве, X, Y, Z. Достаточная мощность электродвигателей и жесткость станка обеспечивают обработку на скоростных режимах резания твердосплавным инструментом» [10].

Станок служит для применения в серийном, мелко-серийном и единичном производстве.

Шпиндель размещается в верхней части станка. Вращение шпинделя – это основное рабочее движение агрегата.

1.2 Способы монтажа станка

Фрезерные станки нормальной точности в зависимости от массы и конструкции в основном устанавливаются на пол цеха, на ленточные фундаменты или на предварительно спроектированные фундаменты обычного типа.

Для фрезерных станков разных типов применяют следующие виды монтажа:

- с помощью крепления анкерными болтами - это неподвижные станки, используемые в широких диапазонах режимах резания;
- без помощи крепления болтами.

Крепежным элементом является подливка опорной поверхности станин цементным раствором – станки, нуждающиеся в редкой перестановке;

нуждающиеся в частой перестановке, а также используемые на тяжелых режимах резания.

«Без помощи крепления болтами и подливки опорной поверхности станин - станки, нуждающиеся в частой перестановке, используемые на нетяжелых режимах резания» [10].

На упругих, нежестких перекрытиях, в частности на резинометаллических опорах – станки, нуждающиеся в частой перестановке, используемые на нетяжелых режимах резания.

В машиностроительной отрасли примерно 30% горизонтально-фрезерных вертикально-фрезерных и универсально-фрезерных станков устанавливаются с креплением анкерными болтами; около 20% устанавливают на полу цеха без крепления болтами и без подливки. Станки, установленные без крепления болтами и без подливки, в основном используются на грубых операциях либо они работают на заниженных режимах резания (предельные режимы резания занижают на 10--15% по сравнению с закрепленными).

1.3 Анализ технологичности конструкции станка

1.3.1 Общие требования к технологичности конструкции изделия

Общими, независимо от типа, производства, отрасли машиностроения являются:

- 1) возможность узловой сборки, т.е. наличие в конструкции сборочных единиц, допускающих независимую сборку;
- 2) возможность одновременного и независимого присоединения узлов к базовому элементу изделия (кузов, станина станка);
- 3) возможность механизации сборочных работ;
- 4) возможность установки типового инструмента;
- 5) обеспечение точности позиционирования;
- 6) высокая степень унификации деталей и сборочных единиц;
- 7) применение несложных сборочных приспособлений;

- 8) использование методов обеспечения точности.

1.3.2 Требования к конструкторской документации

В технических требованиях на сборку должны быть указаны:

- 1) точность сборки должна обеспечивать точность передвижения шпинделя, параллельность движения плоскости стола;
- 2) методы обеспечения точности замыкающих звеньев изделия, минимальные зазоры подвижных соединений особенно винт-гайки;
- 3) методы выполнения соединений, требования к геометричности;
- 4) контролировать затяжку ответственных резьбовых соединений;
- 5) легкость вращения элементов станка, легкость перемещения.

1.4 Размерный анализ сборочных размерных цепей

На этапе отработки конструкции изделия на технологичность очень важно выявить размерные связи элементов изделия, обеспечивающие служебное назначение изделия. Размерный анализ сборочных размерных цепей необходим для обоснованного назначения допусков размеров или иных размерных параметров деталей входящих в размерные цепи, исходные (замыкающие) звенья которых влияют на выполнение служебного назначения изделий. При выполнении этого этапа на сборочном чертеже указываются сборочные размерные цепи изделия.

1.5 Описание работы манипулятора

Рассматриваемое устройство (рисунок 1.1) содержит такие элементы, как, стрела, рукоять, кисть, опорные и упорные подшипники, шаговые двигатели.

Данный манипулятор имеет принцип закрепленного вала электродвигателя и его подвижного корпуса.

Вал электродвигателя (1) прессуется в муфту (3). Внутри корпуса основания (2), локтя (4) место для закрепления муфты. Муфта крепится в

неподвижной детали, а корпус электродвигателя (1) к плечу (5). Данное крепление позволяет передавать крутящий момент на звенья манипулятора. В основании (2) и основании кисти (6) пресуется роликовый упорный подшипник для снижения нагрузки и обеспечения более плавной работы. Оставшиеся звенья имеют аналогичный принцип работы.

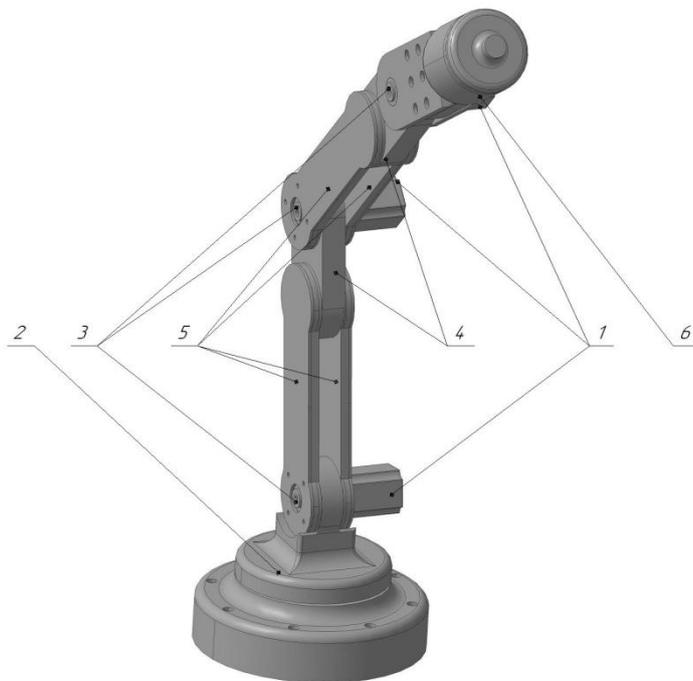


Рисунок 1.1 – Устройство манипулятора

1.6 Описание конструкции и принципа работы захватного устройства

Захватное устройство промышленного робота (рисунок 3.1) включает в себя губки (5) для зажима заготовки. Они размещены во фланце (23) при помощи осей (17), удерживаемых кольцами (19). Зубчатый сектор губок зацепляется с зубчатой рейкой (7). Она зафиксирована на конце штока (6) при помощи штифта (16). Фланец (23) соединяется с передней крышкой (4) винтами (15) и штифтами (14).

Пневмоцилиндр в своем составе имеет гильзу (1), а также заднюю (2) и переднюю (4) крышки, соединенные между собой шпильками (13) и гайками

(8). На штоке (6) пневмоцилиндра крепится поршень (3) гайкой (24) с шайбой (25). Для герметичности в пневматическом цилиндре установлены уплотнительные резиновые кольца (9), (10), (11). С целью исключения ударов поршня (3) о стенки цилиндра устанавливаются пневматические демпферы (12). Давление подается через два отверстия под штуцеры резьбой R1/4''.

Приспособление функционирует по данному алгоритму: в случае подачи рабочей среды (воздуха) в штоковую полость пневматического цилиндра (справа) поршень (3) тянет влево шток (6) с закрепленной на нем зубчатой рейкой (7), которая, зацепляясь с зубчатыми секторами рычагов (18), приводит их во вращательное движение по часовой стрелке. При этом губки (5) сдвигаются и зажимают заготовки. При подаче воздуха в бесштоковую (левую) полость пневмоцилиндра происходит обратный процесс, приводящий к разжиму кулачков.

2 Технологическая часть работы

2.1 Манипулятор

2.1.1 Описание манипулятора CNC hand prototype one

Промышленный манипулятор собственной разработки CNC hand prototype one (рис. 2.1), так как данный робот обладает необходимой грузоподъемностью а так же является достаточно компактным.

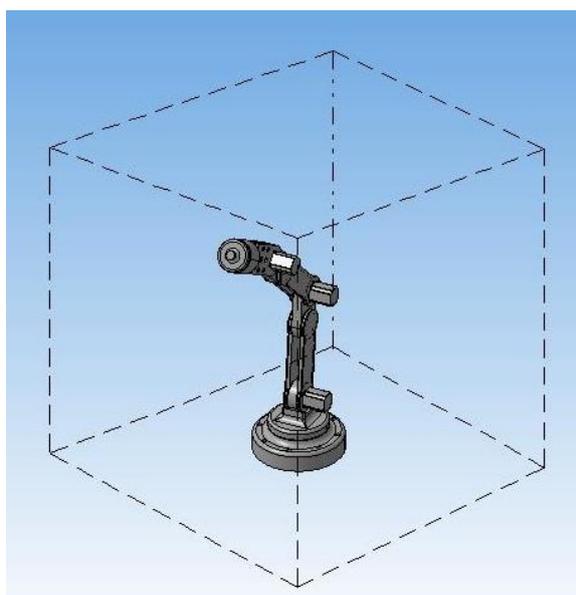


Рисунок 2.1 - Рабочая зона CNC hand prototype one

В таблице 2.1 представлены подробные технические характеристики промышленного робота CNC hand prototype one.

Таблица 2.1 – Технические характеристики манипулятора CNC hand prototype one

Грузоподъемность, кг	3
Число степеней подвижности	6
Число рук	1
Радиус действия R, мм	541
Типовое время цикла (1 кг, 25x300x25 mm), с	0,51
Максимальная скорость TCP, м/с	6,1

Продолжение таблицы 2.1

Максимальное ускорение ТСП, м/с ²	30
Угловые перемещения, град: в направлении α в направлении β в направлении θ	-160...160 -105...105 -85...65
Скорость угловых перемещений, град/с: в направлении α в направлении β в направлении θ	255 255 255
Погрешность позиционирования, мм	$\pm 0,02$

2.1.2 Выбор электродвигателя

Одной из главных частей конструирования промышленного робота является подбор приводов. Для осуществления передвижения манипулятора необходимо корректно подобрать электродвигатели. В связи с недостаточной мощностью привода увеличивается вероятность, того, что работа манипулятора будет осуществляться не корректно, либо устройство не осуществляться вообще.

Взяв во внимание вышеизложенные критерии, производим расчет по формуле (2.1),

$$M_x = l_x * m_x \quad (2.1)$$

где M_x – крутящий момент двигателя в Н*мм l_x – длина плеча в мм, m_x – масса в Н.

$$M_1 = l_1 * m_1 = 350 * 30 = 10500 \text{ Н*мм}$$

$$M_2 = l_2 * m_2 = 380 * 20 = 7600 \text{ Н*мм}$$

$$M_3 = l_3 * m_3 = 380 * 20 = 7600 \text{ Н*мм}$$

$$M_4 = l_4 * m_4 = 60 * 40 = 2400 \text{ Н*мм}$$

$$M_5 = l_4 * m_5 = 40 * 10 = 400 \text{ Н*мм}$$

В связи с произведенным расчетом, мы получили характеристики мощности, необходимые для передвижения

манипулятора. Данная потребность мощности с легкостью покрывается применением шагового двигателя модели PL35H45-D5.

2.1.3 Расчет нагрузок и реакций в губках

$$W = K_1 K_2 m g, \quad (2.2)$$

где K_1 – коэффициент безопасности, в данном случае принимаемый $K_1 = 3$;

K_2 – коэффициент передачи, вычисляемый по зависимости:

$$K_2 = \frac{\sin \alpha}{2\mu}, \quad (2.3)$$

где μ – коэффициент трения в месте контакта губок с заготовкой, $\mu = 0,16$;

m – масса заготовки, кг; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Используя найденные значения в выражении (2.2), находим:

$$W = K_1 \frac{\sin \alpha}{2\mu} m g = 3 * \frac{\sin 50}{2 * 0,16} * 2,45 * 9,8 = 172,43 \text{ Н.}$$

2.1.4 Расчет усилия привода

$$Q\eta = \frac{1}{m_c r_c} * 2 * M,$$

где Q – усилие на приводе;

η – КПД реечной передачи;

m_c – модуль зубчатого сектора;

r_c – полное число зубьев сектора;

M – наибольший момент.

$$Q = \frac{1}{m_c r_c \eta} * 2 * W * l$$

$$Q = \frac{1}{m_c r_c \eta} * 2 * W * l = \frac{2 * 172,43 * 115}{0,75 * 20 * 0,9} = 2937,70 \text{ Н.}$$

2.1.5 Определение конструктивных параметров привода

В качестве привода принимаем пневмопривод с рабочим давлением $p = 0,63\text{МПа}$.

Находим диаметр поршня пневмоцилиндра по формуле:

$$D = 1,17 * \frac{\overline{Q}}{p\eta}$$

$$D = 1,17 * \frac{\overline{Q}}{p\eta} = 1,17 * \frac{2937,70}{0,63*0,9} = 84,22 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 15608-81 принимаем стандартное значение $D = 100 \text{ мм}$.

Ход губок, необходимый для захвата деталей равен 22 мм .

Ход штока пневмоцилиндра с учетом запаса хода $s = 4 \text{ мм}$.

2.2 Трехкоординатный фрезерный станок с ЧПУ

Рассматриваемый станок сконструирован на основе неподвижного стола, инструмент перемещается в трех осях: X, Y, Z относительно заготовки. Данное компоновочное решение позволяет снизить нагрузку на ось Y, тем самым увеличив: ресурс привода оси, точность позиционирования инструмента и обработки заготовки.

Основные характеристики трехкоординатного-малогабаритного станка с ЧПУ:

1. размер рабочей зоны: $287 \times 194 \times 133 \text{ мм}$;
2. точность позиционирования: $20\text{-}50 \text{ мкм}$;
3. обороты шпинделя: $0\text{-}18\,000 \text{ об/мин}$;
4. количество программируемых координат: 3.

Портальные станки имеют ряд преимуществ. Оборудование отличается такими параметрами:

1. быстрым действием;
2. устойчивостью к высоким динамическим нагрузкам;
3. мощным приводом главного движения и подачи;

4. сохранением высокой точности и надежности во время работы;
5. экономией рабочей зоны.

Проанализировав основные характеристики настольного фрезерного станка с ЧПУ, было принято решение о его креплении. Наиболее оптимальным вариантом крепления оказалось крепление на упругих, нежестких перекрытиях, в частности на резинометаллических опорах. В связи с тем, что данный станок нуждается в частой перестановке и используется на нетяжелых режимах резания.

3 Компьютерное моделирование и чертежи

3.1 Основные чертежи и 3D модели станка

3.1.1 Основные чертежи

Невозможно организовать создание технической документации процесса сборки без рабочих чертежей. В данном разделе представлены основные рабочие чертежи использованные при создании трехкоординатного-малогабаритного станка с ЧПУ.

Передняя опора- станина станка представлена на рисунке 3.1.

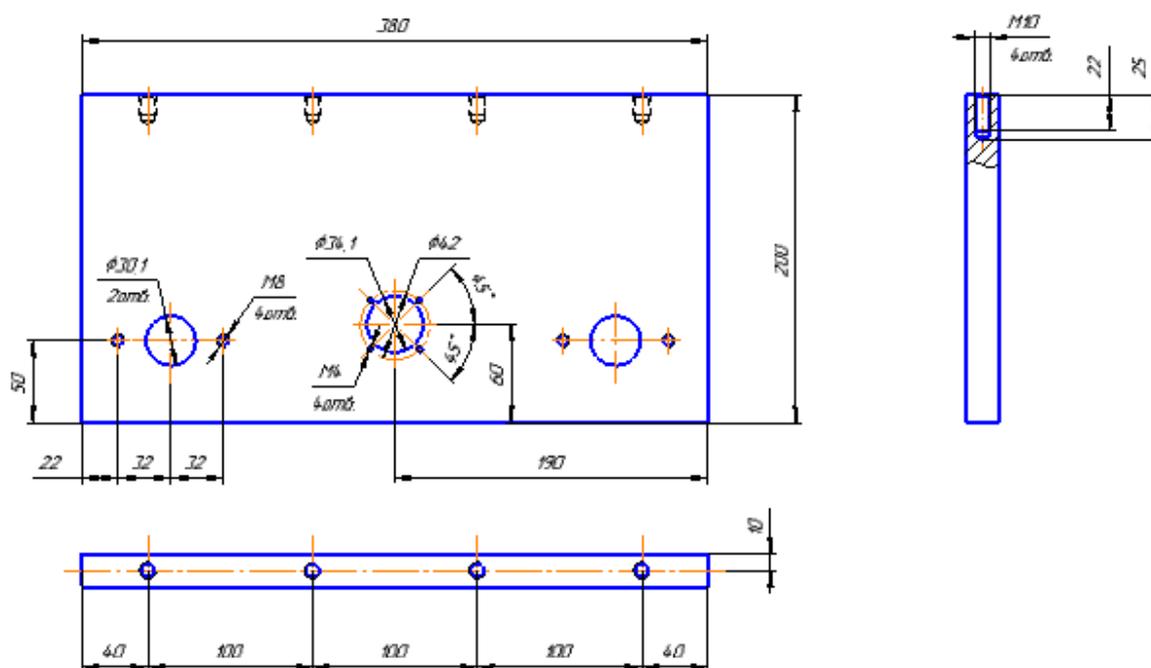


Рисунок 3.1 – Передняя опора

Плита Y – основание портала продемонстрирована на рисунке 3.2.

Плита X – основание для оси Z, служит для перемещения плиты Z в сборе рисунок 3.4.

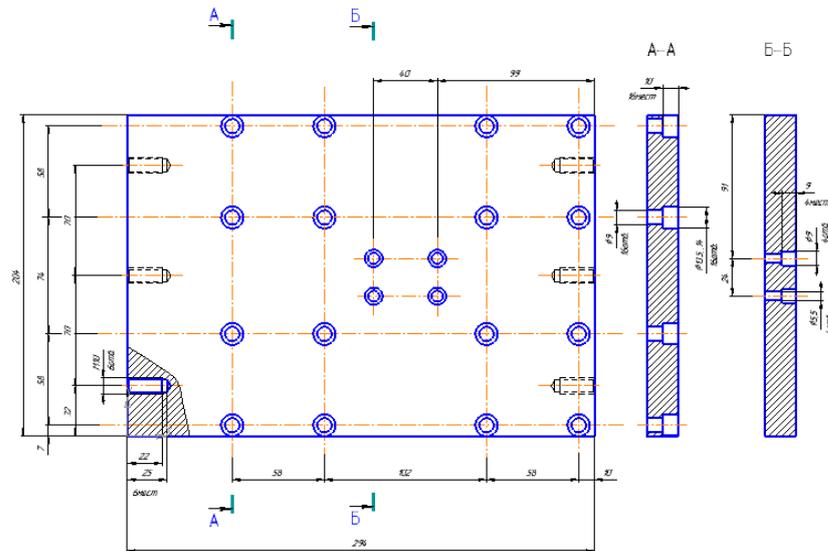


Рисунок 3.4 – Плита X

Верхняя стенка – часть оси Z, на которую производится крепление винта ШВП и направляющих валов, рисунок 3.5.

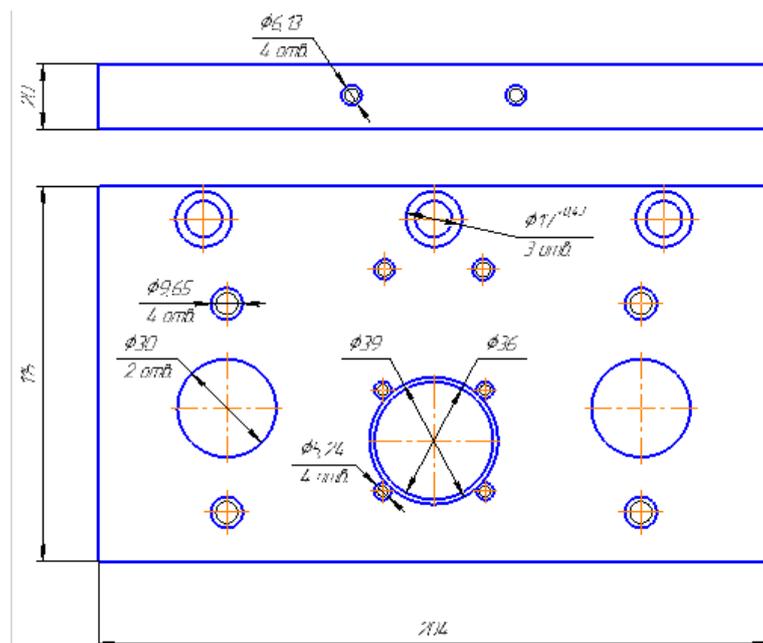


Рисунок 3.5 – Верхняя стенка

Плита Z – основание оси Z, рисунок 3.6.

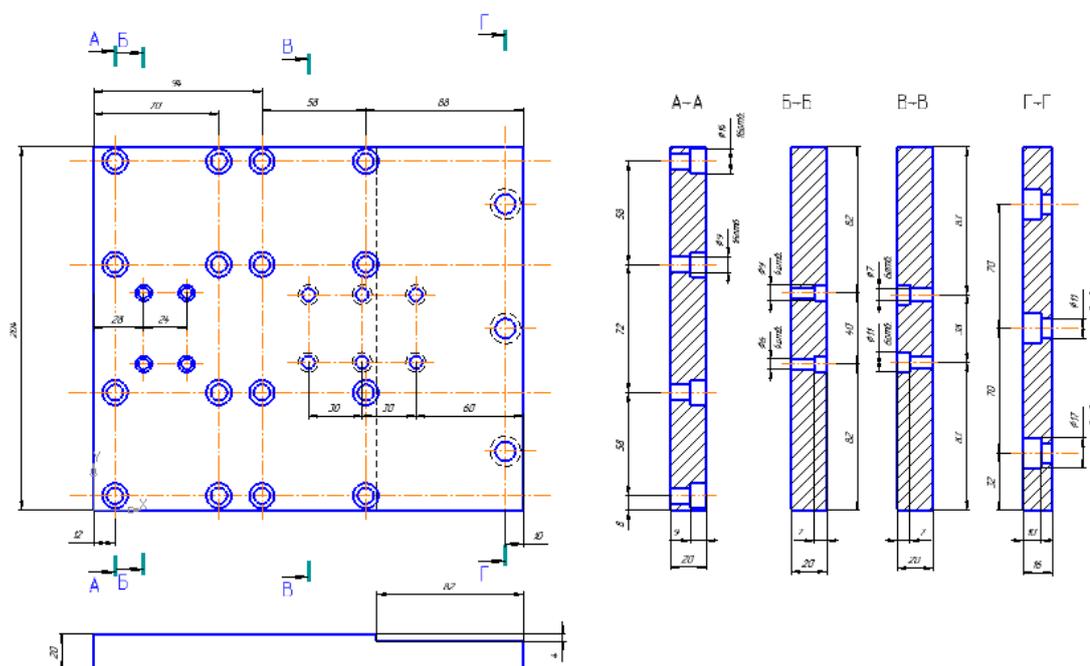


Рисунок 3.6 – Плита Z

3.1.2 Основные 3D модели узлов станка

Невозможно представить какую-либо значимую сферу производства, в которой на этапе конструирования не применяют объемную графику. Любая разработка становится доступнее при трехмерном представлении каждого элемента, значимой детали. На каждом этапе создания студенты ориентируются на многогранный макет. Он представляет собой многовекторный чертеж, имеющий не только номинальную высоту, длину и ширину, но и визуальное воплощение.

При проектировании станка использовались 3д модели приведенные на рисунках 3.7 - 3.20

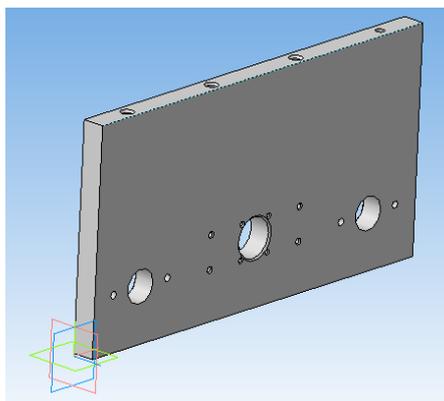


Рисунок 3.7 – 3D модель передней опоры

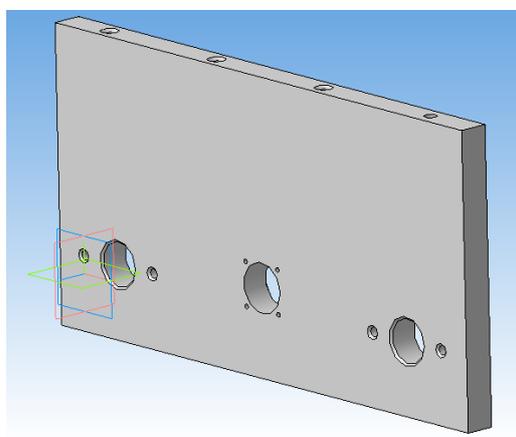


Рисунок 3.8 – 3D модель задней опоры

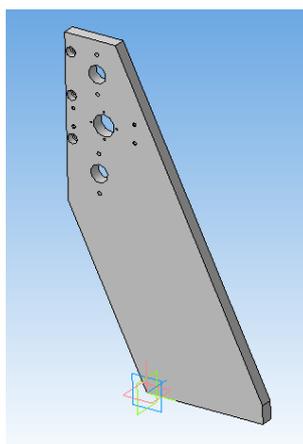


Рисунок 3.9 – 3D модель левой боковины портала

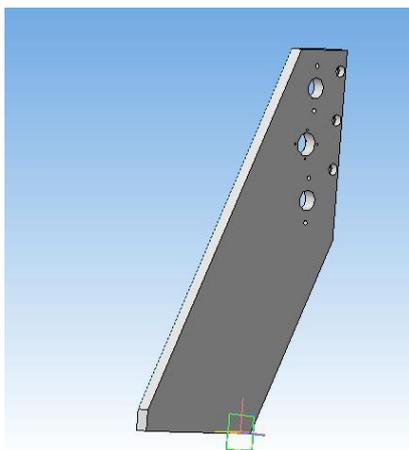


Рисунок 3.10 – 3D модель правой боковины портала

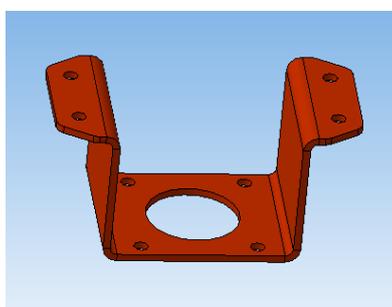


Рисунок 3.11 – 3D модель кронштейна 1

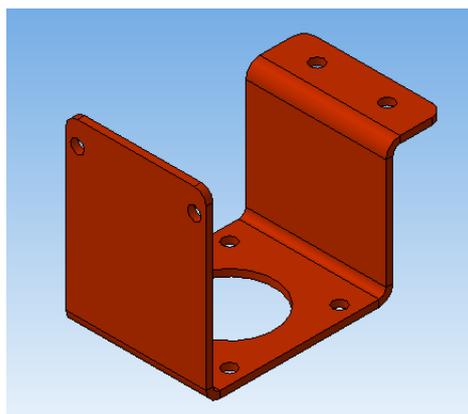


Рисунок 3.12 – 3D модель кронштейна 2

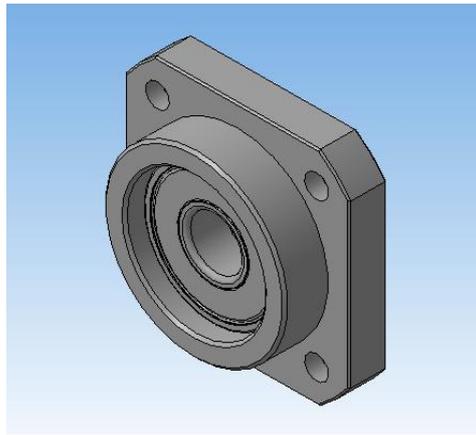


Рисунок 3.13 – 3D модель опоры ШВП 1

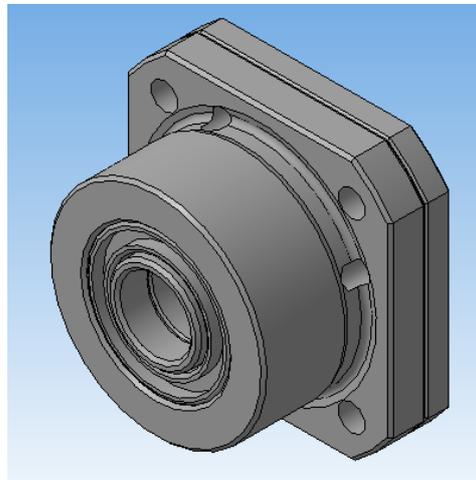


Рисунок 3.14 – 3D модель опоры ШВП 2

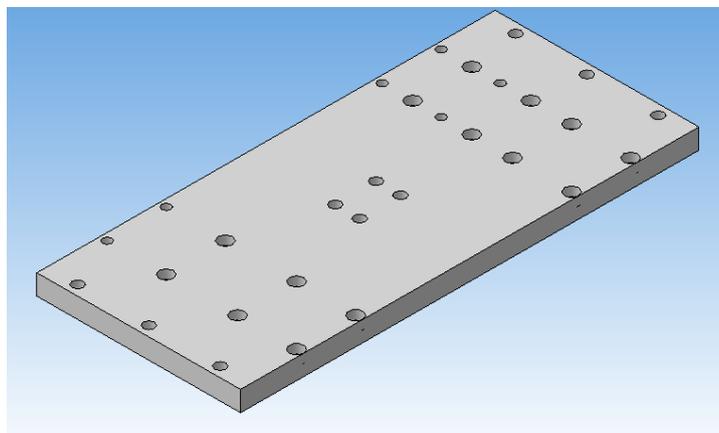


Рисунок 3.15 – 3D модель плиты X

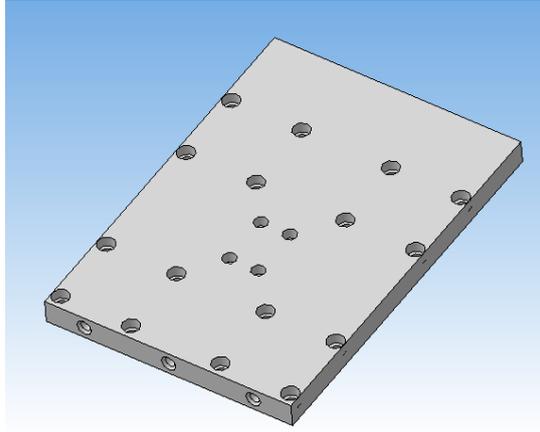


Рисунок 3.16 – 3D модель плиты Y

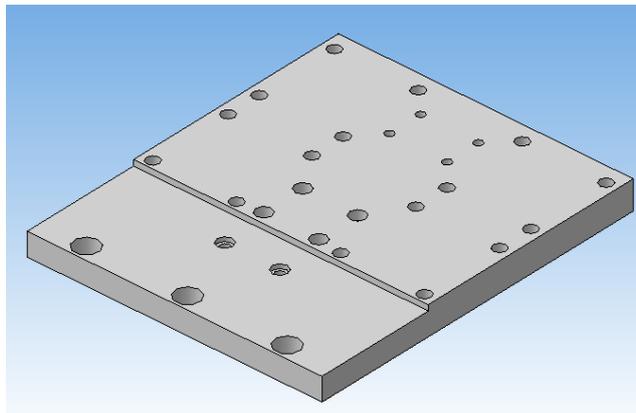


Рисунок 3.17 – 3D модель плиты Z

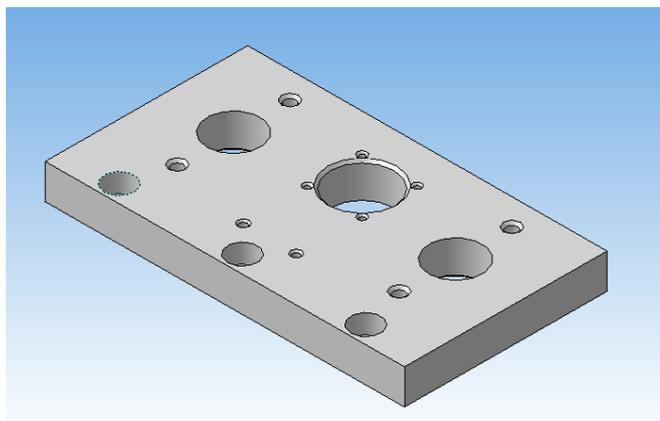


Рисунок 3.18 – 3D модель верхней стенки

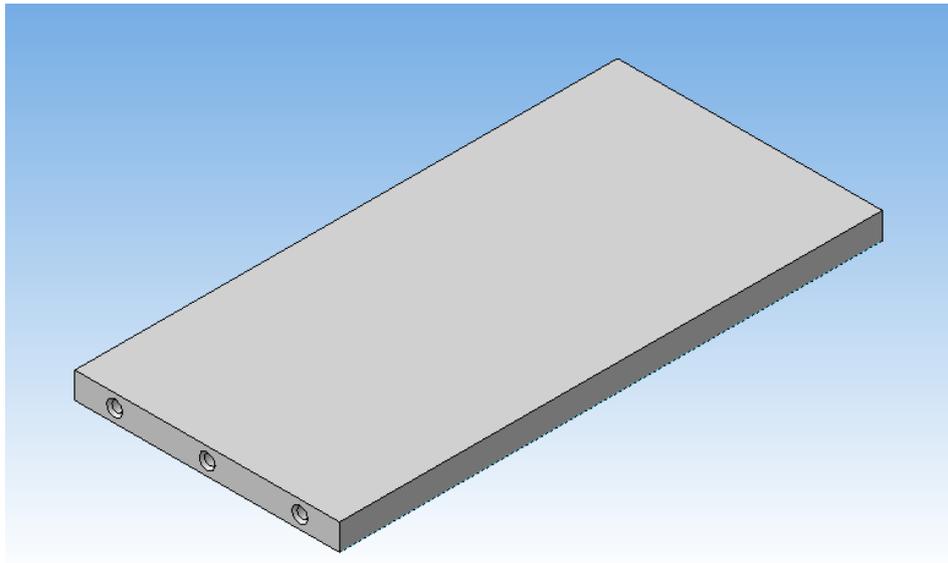


Рисунок 3.19 – 3D модель портала

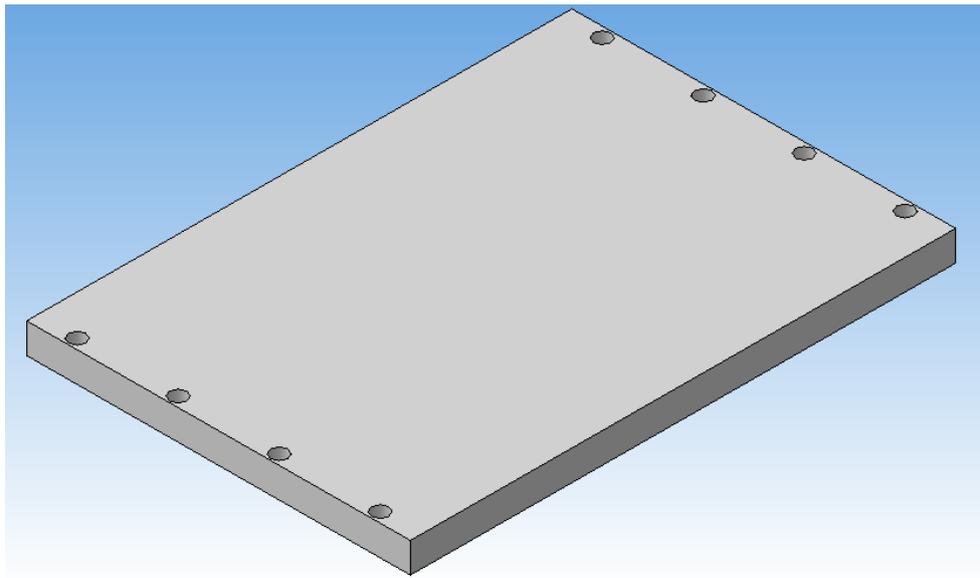


Рисунок 3.20 – 3D модель стола

3.2 Основные чертежи и 3D модели манипулятора

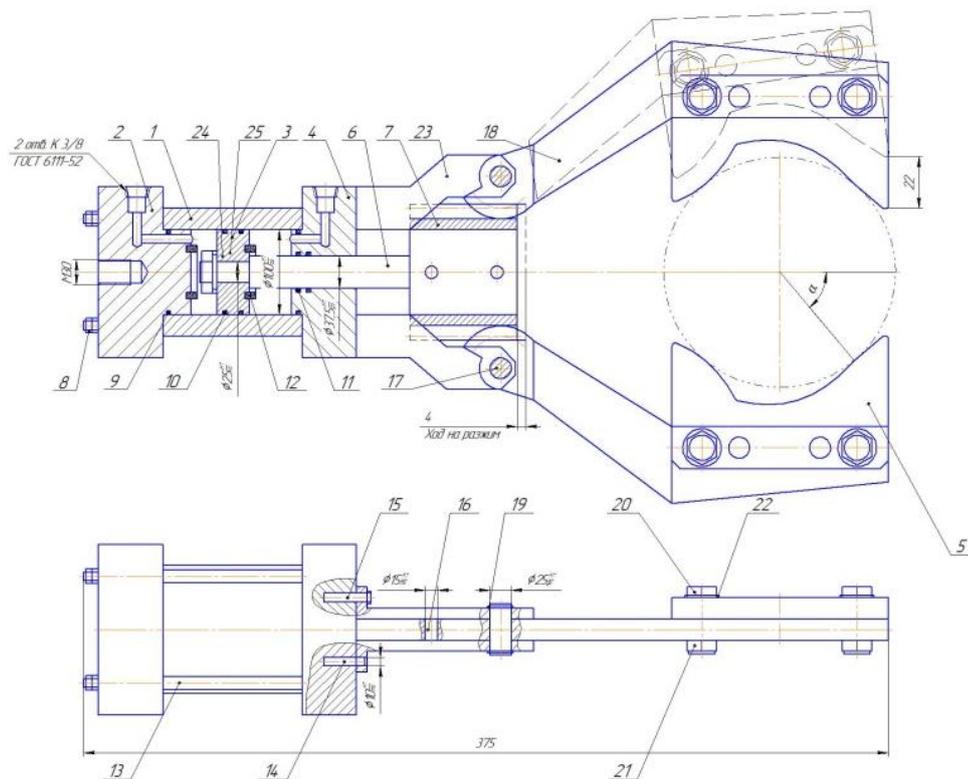


Рисунок. 3.21 – Захватное устройство манипулятора

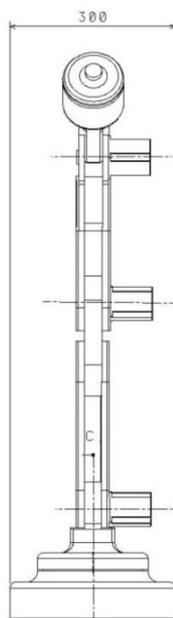


Рисунок. 3.22 – Манипулятор вид спереди

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В ходе выполнения той или иной работы, на своем рабочем месте, рабочий подвержен рискам, что в конечном итоге служит получением производственных травм. В разделе рассмотрены вредные воздействия на рабочего вследствие его взаимодействия с представленным оборудованием, при невыполнении им требованиям техники безопасности.

Тема ВКР: «Проектирование и сборка трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ центра «Формула Станок»»

Произведенный анализ был выполнен по методическому пособию указанному, в источнике 3.

4.1 Технологический паспорт технического объекта

Технологический паспорт технического объекта указан в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс». [4]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ». [4]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию». [4]	«Оборудование, техническое устройство приспособление». [4]	«Материалы, вещества». [4]
1	2	3	4	5
ТП фрезерования	Фрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Станок с ЧПУ, промышленный манипулятор	Пластмассы, дерево

4.2 Идентификация профессиональных рисков.

«Результаты идентификации профессиональных рисков приводятся в виде таблицы 4.2» [4].

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ». [4]	«Опасный и/или вредный производственный фактор». [4]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора». [4]
1	2	3
Фрезерная	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Фреза
	Повышенный уровень ультразвука	Станок
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Заготовка

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 4.3 приведены методы и средства снижения профессиональных рисков.

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Опасный и/или вредный производственный фактор». [4]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора». [4]	«Средства индивидуальной защиты работника». [4]
1	2	3
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Введение средств вентиляции, ведение работ в зоне, отделенной от человека, применение пылесборников	Средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), очки защитные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Применение звукоизоляционных материалов при изготовлении оборудования	Наушники противозумные или вкладыши противозумные
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Введение в техпроцесс слесарных переходов по скруглению острых углов и удалению заусенцев	Рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

4.4.1 Идентификация классов и опасных факторов пожара

Результаты выполненной идентификации опасных факторов пожара оформлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение». [4]	«Оборудование». [4]	«Класс пожара». [4]	«Опасные факторы пожара». [4]	«Сопутствующие проявления факторов пожара». [4]
1	2	3	4	5
Фрезерный	Фрезерный станок, промышленный манипулятор	Е	Высокая температура, задымленность, выделение ядовитых и канцерогенных паров при сгорании легкоплавких веществ	Части объектов, разрушившихся при возгорании, распространение тока при повреждении проводки, вредные выбросы в атмосферу из очага пожара из-за повреждения защитных сооружений, отравление окружающей среды средствами ликвидации пожара

4.4.2 Технические средства обеспечения пожарной безопасности

«В данном пункте производится разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта» [4]. Данные приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения». [4]	«Мобильные средства пожаротушения». [4]	«Стационарные установки системы пожаротушения». [4]	«Средства пожарной автоматики». [4]	«Пожарное оборудование». [4]	«Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре». [4]	«Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)». [4]	«Пожарные сигнализации, связь и оповещение». [4]
1	2	3	4	5	6	7	8
Песок, пенный огнетушитель	Пожарная мотопомпа	Аэрозольная система пожаротушения	Прибор управления пожарный	Пожарный шкаф	Респираторы, промышленные противогазы	Лопата совковая, багор, ведро	Извещатели пожарные

Пожару присваивается класс Е, так как электрический шкаф токарного станка с ЧПУ находится под высоким напряжением, что может стать причиной пожара.

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса» [4].	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий». [4]	«Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты». [4]
1	2	3
Фрезерование	Организация пожарной охраны, проведение мероприятий по обучению сотрудников действиям во время пожара, идентификация пожароопасных веществ и определение правил их хранения и транспортировки	Допустимая концентрация легковоспламеняющихся веществ, хранение пожароопасных веществ в отдельном помещении, скорейшая утилизация пожароопасных отходов, наличие температуры и давления воздуха, препятствующего быстрому распространению пламени, установка молниеотводов

4.4.3 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

После идентификации антропогенных воздействий технологического процесса на различные среды, составляется перечень мероприятий по предотвращению негативного влияния этих воздействий (таблицы 4.7-4.8).

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственного-технологического процесса». [4]	«Структурные составляющие технического объекта, производственного-технологического процесса». [4]	«Воздействие технического объекта на атмосферу». [4]	«Воздействие технического объекта на гидросферу». [4]	«Воздействие технического объекта на литосферу». [4]
ТП фрезерования	Фрезерный станок с ЧПУ	–	–	Образование отходов в виде стружки дерева и пластика

Воздействия технического объекта на атмосферу и гидросферу отсутствуют, так как технологический процесс фрезерования не требует применения смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ).

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

«Наименование технического объекта». [4]	ТП фрезерования
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу». [4]	–
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу». [4]	–
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу». [4]	Сбор, измельчение, брикетирование стружки и дальнейшая отправка в службу приема утилизации для повторного использования

4.5 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса твердого точения, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 4.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу твердого точения, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ (таблица 4.2).

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, и подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 4.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 4.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 4.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 4.8).

В результате приведенного выше анализа технологического процесса фрезерования сделан вывод о полном соответствии технического объекта требованиям производственной, пожарной и экологической безопасности.

5 Экономическая эффективность работы

Основываясь на методике, содержащейся в рекомендации по написанию экономических разделов для научно-исследовательских работ [3] был составлен перечень работ, определяющий трудоемкость и длительность цикла выполнения научно-исследовательской работы, на базе которой был составлен перечень событий и работ по выполнению проекта (таблице 5.1)

Таблица 5.1 - Перечень событий и работ по выполнению проекта

№ событий	«Наименование работ и событий». [4]	Шифр работ	Продолжительность работ, дней
1	2	3	4
0	Решение о выполнении проекта		
1	Составление (получения) задания на проведение НИР	0-1	1,4
2	Сбор информации по теме исследования	1-2	4,1
3	Составление обзора состояния вопроса	1-3	5,2
4	Предварительное технико-экономическое обоснование проведения исследований	3-4	2,4
5	Изучение и анализ существующих подобных конструкций, материалов, способов производства	4-5	2,4
6	Составление и согласование разработанной методики проведения исследований с ранее изложенными	5-6	3,1
7	Теоретические исследования и определение путей решения задачи о создании новой конструкции станка при разработке технологического процесса	5-7	5,1
8	Разработка схемы и проектирование конструкции, теоретическое обоснование выбора вариантов исследования или базового варианта выполнения технологического процесса	7-8	5,6
9	Разработка чертежей станка	8-9	2,6
10	Изготовление станка	9-10	2,7

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
11	Проведение экспериментальных расчетов и испытаний в целях проверки и уточнения принятых теоретических решений	9-11	4,6
12	Получение окончательных результатов проведения экспериментальных исследований	11-12	5,6
13	Внесение необходимых изменений в теоретическую часть работы по результатам испытаний	12-13	2,9
14	Обобщение результатов НИР	13-14	3,4
15	Оформление конструкторской и технологической документации	13-15	8
16	Расчет показателей экономической эффективности от внедрения результатов НИР в производство	15-16	8
17	Написание пояснительной записки с учетом замечаний консультантов и руководителя дипломного проекта	16-17	1,8
18	Рассмотрение результатов НИР	18-19	1,8
19	Написание отчета	16-18	11,8
20	Защита проекта	17-19	1,8

Используя алгоритм расчета ранних и поздних сроков совершенных событий был построен сетевой график который продемонстрирован на рисунке 5.1.

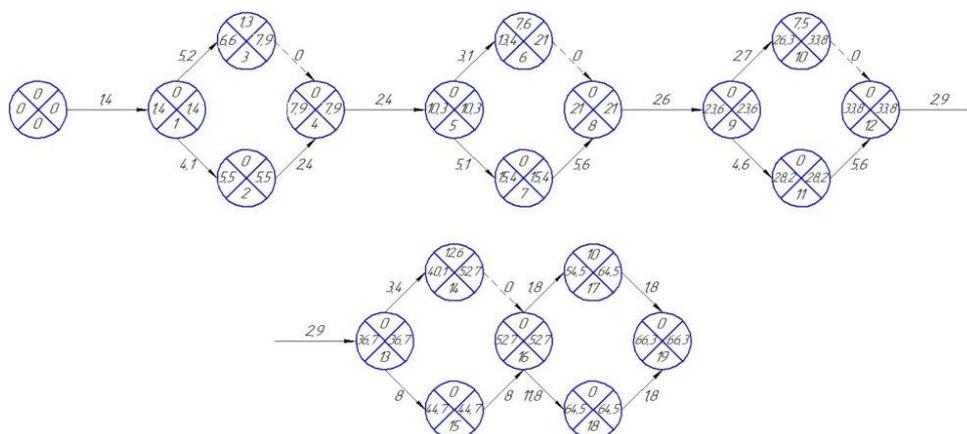


Рисунок. 5.1 – Сетевой график до оптимизации

Согласно данному графику длительность работ составит 48,85 дней

Анализируя график видно, что в событиях 3, 6, 10, 14 образуется резерв времени, что свидетельствует о наличии несогласованности по трудоемкости работ в описании этапах, поэтому возникла необходимость произвести оптимизацию сетевого графика. Задачей, которой является минимизирование или исключение разницы между всеми возможными путями достижения цели.

Используя алгоритм проведения оптимизации сетевого графика, построен оптимизированный сетевой график представленный на рисунке 5.2

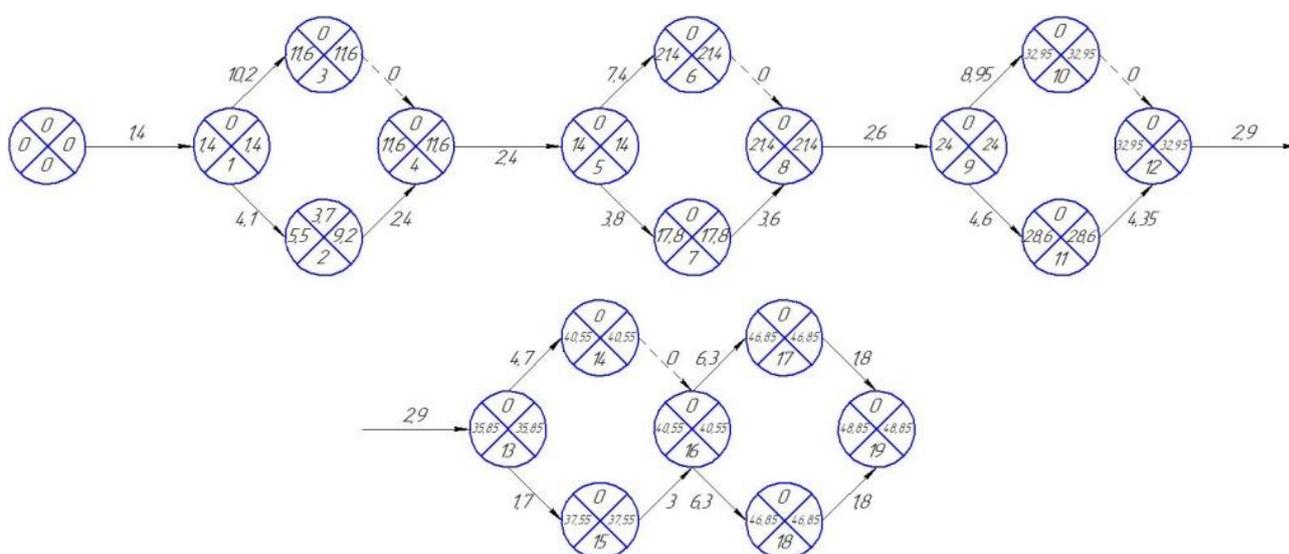


Рисунок 5.2 - Сетевой график после оптимизации

Используя полученные значения длительности выполнения работ, определен состав и фонд заработной платы задействованных в проекте сотрудников.

Штатное расписание и расчет заработной платы представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Штатное расписание исполнителей и расчет фонда заработной платы

Наименование должностей	Численность (чел.)	Месячный оклад (руб.)	Средняя дневная ставка (руб.)	Количество отработанных дней	Сумма заработной платы, руб.
Научный руководитель (к.т.н.)	1	35000	1356,59	43,5	59011,7
Инженер (студент) 9 разряд	2	10000	387,6	71	27519,6
Итого					86531,3

На базе полученных значений рассчитаем затраты на научно-исследовательскую работу с помощью формулы 5.1.

$$C_{\text{нир}} = Z_{\text{пл}} + H_{\text{зпл}} + P_{\text{э}}$$

$$C_{\text{нир}} = 86531,3 + 25959,4 + 4536 = 117026,7 \text{ рублей}$$

В ходе выполнения экономической эффективности работы были рассчитаны затраты, которые составляют 117026,7 рублей. Так же построен оптимизированный график проведения научно-исследовательской работы, трудоемкость которых составила 48,85 дней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были достигнуты следующие результаты:

1. Произведен анализ назначения и характеристик настольных фрезерных станков, способов монтажа, анализ технологичности конструкции.

2. Описана работа манипулятора, захватного устройства, произведены расчеты.

3. Выполнены основные чертежи, 3D модели станка и манипулятора, схема сборки станка, перечень работ.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был выполнен расчет затрат на выполнение научно-исследовательской работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Раевская, Л.Т. Расчет кинематических характеристик манипулятора при неизменном угле между стрелой и рукоятью/ Л.Т. Раевская, А.В. Швец, Ф.Ф. Дахиев, Д.Т. Анкудинов // Научно-методический электронный журнал Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2.
2. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9012> (дата обращения: 20.05.2019).
3. Зубкова, Н.В. Методические указания по расчету экономической эффективности / Н.В. Зубкова. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2019. – 52 с.
4. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2016. – 51 с.
5. Левашкин, Д.Г. Образовательная модель проектно-ориентированной подготовки молодых специалистов инженерно-технических направлений в концепции индустрия 4.0 / Д.Г. Левашкин., Н.Ю. Логинов, А.А. Козлов, В.А. Гуляев / В сборнике: Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Тамбов: 2017. – С. 345-351.
6. Гордеев, А.В. Оптимизация технических параметров при решении инженерных задач / А.В. Гордеев, Н.Ю. Логинов / Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – Тольятти: 2015. – № 4 (34). – С. 25-30.
7. Левашкин, Д.Г. Обеспечение точности базирования сменных узлов призматической формы на основе анализа размерных цепей обработки их базирующих отверстий / Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – Челябинск: 2015. – Т. 15.№ 2. – С. 5-12.

8. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе / Старый Оскол: издательство «тонкие наукоемкие технологии» – 2018. – (2-е изд., стер.)

9. Драчев, О.И. Основы расчета и проектирования систем автоматического управления в машиностроении / О.И. Драчев, Д.А. Расторгуев, А.А. Солдатов, А.Г. Схиртладзе / Старый Оскол: Издательство ТНТ – 2016.

10. Справочник технолога-машиностроителя, в 2-х т. Т.2/под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.- 4-е изд.перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1985.- 496 с.

11. Altintas, Y. Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design / Yusuf Altintas. – 2nd ed.: Cambridge University Press, 2012. XII, 366 p.

12. Амирджанова, И.Ю. Правила оформления выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова Тольятти : ТГУ, 2019, - 145 с.

13. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2019 – 330 с

14. Козлов, А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.

15. Иванов, И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие / И.С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.

16. Кане, М.М. Технология машиностроения : курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.

17. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

18. Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.

19. Soshia, M. A study on the effect of rotational dynamic characteristics of a machine tool spindle drive on milling process / Masakazu Soshia, Shinji Ishiia, Kazuo Yamazakib // Procedia CIRP – 2012. – Vol. 1. P. 319-324.

20. Nikolay Loginov, Denis Levashkin, Anton Kozlov, Maria Borovitskaya, Vadim Gulyaev The Project-Oriented Educational Model for Training of Young Engineering Professionals on the Example of the Project “CNC-Team” International Conference on Pedagogy, Communication and Sociology (ICPCS 2019)

21. Chryssolouris, George. Manufacturing Systems: Theory and Practice. George Chryssolouris – Patras: PublishingUniversity of Patras, 2005. – 603 page

22. Graham, T.Smith. Cutting tool technology. T.Smith. Graham – Southampton: Publishing Southampton Solent University, 2008. – 599 page.

23. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 335 с.

24. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат).

25. Сысоев, С. К. Технология машиностроения : Проектирование технол. процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению

подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 349 с.

26. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 320 с.

27. Технология машиностроения : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л. В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 620, [1] с.

28. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

29. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.

30. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

31. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Справ. №					<i>Документация</i>					
				АО	19.БР.ОТМП.620.65.00.000	Сборочный чертеж	1			
								<i>Сборочные единицы</i>		
					1	19.БР.ОТМП.620.65.01.000	Электродвигатель	3		
					2	19.БР.ОТМП.620.65.02.000	Шпиндель	1		
									<i>Детали</i>	
					3	19.БР.ОТМП.620.65.00.003	Кронштейн 1	1		
					4	19.БР.ОТМП.620.65.00.004	Держатель вала	12		
					5	19.БР.ОТМП.620.65.00.005	Стенка верхняя	1		
					6	19.БР.ОТМП.620.65.00.006	Вал 394 мм	2		
					7	19.БР.ОТМП.620.65.00.007	Плита X	1		
					8	19.БР.ОТМП.620.65.00.008	Вал 510 мм	2		
					9	19.БР.ОТМП.620.65.00.009	Стенка портала	1		
					10	19.БР.ОТМП.620.65.00.010	Подшипник линейный	12		
					11	19.БР.ОТМП.620.65.00.011	Опора ШВП 1	3		
					12	19.БР.ОТМП.620.65.00.012	Плита Z	1		
					13	19.БР.ОТМП.620.65.00.013	Боковина портала правая	1		
					14	19.БР.ОТМП.620.65.00.014	Стенка шпинделя	1		
					15	19.БР.ОТМП.620.65.00.015	Стол	1		
	16	19.БР.ОТМП.620.65.00.016	Опора передняя	1						
	17	19.БР.ОТМП.620.65.00.017	Плита Y	1						
	18	19.БР.ОТМП.620.65.00.018	Опора задняя	72						
	19	19.БР.ОТМП.620.65.00.019	Кольцо упорное	1						
				19.БР.ОТМП.620.65.00.000						
Изм. №	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
	Разраб.	Морозов Д.А.				Лит.	Лист			
	Пров.	Логинов Н.Ю.					Листов			
	Н.контр.	Егоров А.Г.				1 2				
Утв.	Логинов Н.Ю.				ТГУ, ИМ зр. ТМп-1501					
Станок						Формат А4				

Копировал

Инв. № подл.	Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	19.БР.ОТМП.620.66.00.000	Лит.	Лист	Листов	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. подмен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
															А4								
																			<u>Документация</u>				
																			19.БР.ОТМП.620.66.00.000	Сборочный чертеж	1		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, мин
1	2	3
1. Узловая сборка передней опоры		
1	Осмотреть переднюю опору со всех сторон	0,09
2	Установить переднюю опору на нижнюю сторону	0,02
3	Осмотреть первый держатель вала	0,07
4	Присоединить первый держатель вала к месту крепления на передней опоре	0,03
5	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала предварительно	0,10х2
6	Осмотреть второй держатель вала	0,07
7	Присоединить второй держатель вала к месту крепления на передней опоре	0,03
8	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала предварительно	0,10х2
9	Осмотреть опору ШВП 1	0,07
10	Присоединить опору ШВП 1 на место крепления на передней опоре	0,03
11	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 1 предварительно	0,10х4
12	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала окончательно	0,03х2
13	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала окончательно	0,03х2
14	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 1 окончательно	0,06х4
15	Переместить переднюю опору в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		1,59
2. Узловая сборка задней опоры		
1	Осмотреть заднюю опору со всех сторон	0,09
2	Установить заднюю опору на нижнюю сторону	0,02
3	Осмотреть первый держатель вала	0,07
4	Присоединить первый держатель вала к месту крепления на задней опоре	0,03
5	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала предварительно	0,10х2
6	Осмотреть второй держатель вала	0,07
7	Присоединить второй держатель вала к месту крепления на задней опоре	0,03
8	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала предварительно	0,10х2
9	Осмотреть опору ШВП 2	0,07
10	Присоединить опору ШВП 2 на место крепления на задней опоре	0,03
11	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 2 предварительно	0,10х4
12	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала окончательно	0,03х2
13	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала окончательно	0,03х2
14	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 2 окончательно	0,04
15	Присоединить кронштейн 2 к месту крепления в задней опоре	0,04
16	Ввернуть винты М4х20 в кронштейн 2 предварительно	0,10х4

17	Запрессовать электродвигатель в кронштейн 2	0,02
18	Ввернуть винты М4х20 в электродвигатель предварительно	0,10х4
19	Ввернуть винты М4х20 в кронштейн 2 окончательно	0,04х4
20	Ввернуть винты М4х20 в электродвигатель окончательно	0,04х4
22	Осмотреть эластомерную муфту	0,07
21	Надеть эластомерную муфту на вал электродвигателя	0,06
22	Зажать эластомерную муфту на валу предварительно	0,04
23	Переместить заднюю опору в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		2,68
3. Узловая сборка вала 600 мм		
1	Осмотреть вал	0,07
2	Осмотреть линейные подшипники	0,07
3	Надеть линейный подшипник на вал	0,04
4	Переместить вал 600 мм в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		0,20
4. Узловая сборка винта ШВП 579 мм		
1	Осмотреть винт ШВП 579 мм	0,07
2	Осмотреть гайку ШВП	0,07
3	Навернуть гайку ШВП на вал ШВП 579 мм	1,00
4	Осмотреть держатель гайки	0,07
5	Запрессовать держатель гайки на гайку ШВП	0,02
6	Ввернуть винты М5х20 в гайку ШВП предварительно	0,10х6
7	Ввернуть винты М5х20 в гайку ШВП окончательно	0,04х6
8	Переместить винт ШВП 579 мм в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		2,09
5. Узловая сборка правой боковины портала		
1	Осмотреть правую боковину портала со всех сторон	0,09
2	Установить правую боковину портала на левую сторону	0,02
3	Осмотреть первый держатель вала	0,07
4	Присоединить первый держатель вала к месту крепления на правой боковине портала	0,03
5	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала предварительно	0,10х2
6	Осмотреть второй держатель вала	0,07
7	Присоединить второй держатель вала к месту крепления в правой боковине портала	0,03
8	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала предварительно	0,10х2
9	Осмотреть опору ШВП 1	0,07
10	Присоединить опору ШВП 1 на место крепления в правой боковине портала	0,03
11	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 1 предварительно	0,10х4
12	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала окончательно	0,03х2
13	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала окончательно	0,03х2
14	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 1 окончательно	0,03х4
15	Переместить правую боковину портала в сборе на общую сборку	0,02

Итого:		1,47
6. Узловая сборка вала 510 мм		
1	Осмотреть вал	0,07
2	Осмотреть линейные подшипники	0,07
3	Надеть линейный подшипник на вал	0,04
4	Переместить вал 600 мм в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		0,20
7. Узловая сборка левой боковины портала		
1	Осмотреть левую боковину портала со всех сторон	0,09
2	Установить левую боковину портала на левую сторону	0,02
3	Осмотреть первый держатель вала	0,07
4	Присоединить первый держатель вала к месту крепления на левой боковине портала	0,03
5	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала предварительно	0,10х2
6	Осмотреть второй держатель вала	0,07
7	Присоединить второй держатель вала к месту крепления в левой боковине портала	0,03
8	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала предварительно	0,10х2
9	Осмотреть опору ШВП 2	0,07
10	Присоединить опору ШВП 2 на место крепления в левой боковине портала	0,03
11	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 2 предварительно	0,10х4
12	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала окончательно	0,03х2
13	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала окончательно	0,03х2
14	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 2 окончательно	0,03х2
15	Осмотреть кронштейн 2	0,07
16	Присоединить кронштейн 2 к месту крепления в задней опоре	0,04
17	Ввернуть винты М4х20 в кронштейн 2 предварительно	0,10х4
18	Запрессовать электродвигатель в кронштейн 2	0,04
19	Ввернуть винты М4х20 в электродвигатель предварительно	0,10х4
20	Ввернуть винты М4х20 в кронштейн 2 окончательно	0,03х4
21	Ввернуть винты М4х20 в электродвигатель окончательно	0,03х4
22	Осмотреть эластомерную муфту	0,07
23	Надеть эластомерную муфту на вал электродвигателя	0,06
24	Зажать эластомерную муфту на валу предварительно	0,04
25	Переместить левую боковину портала в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		2,77
8. Узловая сборка винта ШВП 489 мм		
1	Осмотреть винт ШВП 579 мм	0,07
2	Осмотреть гайку ШВП	0,07
3	Навернуть гайку ШВП на вал ШВП 579 мм	1,00
4	Осмотреть держатель гайки	0,07
5	Запрессовать держатель гайки на гайку ШВП	0,02
6	Ввернуть винты М5х20 в гайку ШВП предварительно	0,10х6

7	Ввернуть винты М5х20 в гайку ШВП окончательно	0,04х6
8	Переместить винт ШВП 579 мм в сборе на общую сборку	0,02
	Итого:	2,09
9. Узловая сборка правой боковины портала		
1	Осмотреть правую боковину портала со всех сторон	0,07
2	Установить правую боковину портала на левую сторону	0,02
3	Осмотреть первый держатель вала	0,07
4	Присоединить первый держатель вала к месту крепления на правой боковине портала	0,03
5	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала предварительно	0,10х2
6	Осмотреть второй держатель вала	0,07
7	Присоединить второй держатель вала к месту крепления на правой боковине портала	0,03
8	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала предварительно	0,10х2
9	Осмотреть опору ШВП 1	0,07
10	Присоединить опору ШВП 1 на место крепления на правой боковине портала	0,03
11	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 1 предварительно	0,10х4
12	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала окончательно	0,04х2
13	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала окончательно	0,04х2
14	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 1 окончательно	0,04х4
15	Переместить правую боковину портала в сборе на общую сборку	0,02
	Итого:	1,53
10. Узловая сборка вала 510 мм		
1	Осмотреть вал	0,07
2	Осмотреть линейные подшипники	0,07
3	Надеть линейный подшипник на вал	0,04
4	Переместить вал 510 мм в сборе на общую сборку	0,02
	Итого:	0,20
11. Узловая сборка левой боковины портала		
1	Осмотреть левую боковину портала со всех сторон	0,09
2	Установить левую боковину портала на правую сторону	0,02
3	Осмотреть первый держатель вала	0,07
4	Присоединить первый держатель вала к месту крепления на левой боковине портала	0,03
5	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала предварительно	0,10х2
6	Осмотреть второй держатель вала	0,07
7	Присоединить второй держатель вала к месту крепления на левой боковине портала	0,03
8	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала предварительно	0,10х2
9	Осмотреть опору ШВП 2	0,07
10	Присоединить опору ШВП 2 на место крепления на левой боковине портала	0,03
11	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 2 предварительно	0,10х4

12	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала окончательно	0,04х2
13	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала окончательно	0,04х2
14	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 2 окончательно	0,04х4
15	Присоединить кронштейн 2 к месту крепления в левой боковине портала	0,04
16	Ввернуть винты М4х20 в кронштейн 2 предварительно	0,10х4
17	Запрессовать электродвигатель в кронштейн 2	0,04
18	Ввернуть винты М4х20 в электродвигатель предварительно	0,10х4
19	Ввернуть винты М4х20 в кронштейн 2 окончательно	0,04х4
20	Ввернуть винты М4х20 в электродвигатель окончательно	0,04х4
22	Осмотреть эластомерную муфту	0,07
21	Надеть эластомерную муфту на вал электродвигателя	0,06
22	Закрепить эластомерную муфту на валу предварительно	0,04
23	Переместить левую боковину портала в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		2,92
13. Узловая сборка плиты Y		
1	Осмотреть плиту Y	0,07
2	Положить плиту Y на переднюю грань	0,02
3	Осмотреть правую боковину портала в сборе со всех сторон	0,07
4	Присоединить правую боковину портала в сборе с плитой Y	0,03
5	Ввернуть винты М10х30 в правую боковину портала предварительно	0,10х3
6	Осмотреть вал 510 мм в сборе	0,07
7	Закрепить вал 510 мм в сборе к правой боковине портала	0,05
8	Осмотреть левую боковину портала в сборе со всех сторон	0,07
9	Присоединить левую боковину портала в сборе с плитой Y	0,03
10	Ввернуть винты М10х30 в левую боковину портала предварительно	0,10х3
11	Закрепить винт ШВП 489 мм в сборе между боковинами портала	0,10
12	Ввернуть винты М10х30 в правую боковину портала окончательно	0,04х3
13	Ввернуть винты М10х30 в левую боковину портала окончательно	0,04х3
14	Надеть кольцо А 10.50 ХГА на винт ШВП 489 мм	0,05
15	Закрепить эластомерную муфту на винте ШВП 489 мм окончательно	0,04
16	Переместить портал в сборе на общую схему сборки	0,02
Итого:		1,34
14. Узловая сборка нижней стенки.		
1	Осмотреть нижнюю стенку со всех сторон	0,09
2	Установить нижнюю стенку на нижнюю сторону	0,02
3	Осмотреть первый держатель вала	0,07
4	Присоединить первый держатель вала к месту крепления на нижней стенке	0,03
5	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала предварительно	0,10х2
6	Осмотреть второй держатель вала	0,07
7	Присоединить второй держатель вала к месту крепления на нижней стенке	0,03
8	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала предварительно	0,10х2

9	Осмотреть опору ШВП 1	0,07
10	Присоединить опору ШВП 1 на место крепления на нижней стенке	0,03
11	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 1 предварительно	0,10х4
12	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала окончательно	0,04х2
13	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала окончательно	0,04х2
14	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 1 окончательно	0,04х4
15	Переместить нижнюю стенку в сборе на общую сборку	0,02
	Итого:	1,55
15. Узловая сборка вала 394 мм		
1	Осмотреть вал	0,07
2	Осмотреть линейные подшипники	0,07
3	Надеть линейный подшипник на вал	0,04
4	Переместить вал 394 мм в сборе на общую сборку	0,02
	Итого:	0,20
16. Узловая сборка винта ШВП 373 мм		
1	Осмотреть винт ШВП 373 мм	0,07
2	Осмотреть гайку ШВП	0,07
3	Навернуть гайку ШВП на вал ШВП 373 мм	1,00
4	Осмотреть держатель гайки	0,07
5	Запрессовать держатель гайки на гайку ШВП	0,02
6	Ввернуть винты М5х20 в гайку ШВП предварительно	0,10х6
7	Ввернуть винты М5х20 в гайку ШВП окончательно	0,04х6
8	Переместить винт ШВП 373 мм в сборе на общую сборку	0,02
	Итого:	2,09
17. Узловая сборка верхней стенки		
1	Осмотреть верхнюю стенку со всех сторон	0,09
2	Установить верхнюю стенку на нижнюю сторону	0,02
3	Осмотреть первый держатель вала	0,07
4	Присоединить первый держатель вала к месту крепления на верхнюю стенку	0,03
5	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала предварительно	0,10х2
6	Осмотреть второй держатель вала	0,07
7	Присоединить второй держатель вала к месту крепления на верхней стенке	0,03
8	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала предварительно	0,10х2
9	Осмотреть опору ШВП 2	0,07
10	Присоединить опору ШВП 2 на место крепления на верхней стенке	0,03
11	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 2 предварительно	0,10х4
12	Ввернуть винты М8х30 в первый держатель вала окончательно	0,04х2
13	Ввернуть винты М8х30 во второй держатель вала окончательно	0,04х2
14	Ввернуть винты М4х20 в опору ШВП 2 окончательно	0,04х4
15	Присоединить кронштейн 1 к месту крепления в верхней стенке	0,04
16	Ввернуть винты М4х20 в кронштейн 1 предварительно	0,10х4
17	Запрессовать электродвигатель в кронштейн 1	0,04

18	Ввернуть винты М4х20 в электродвигатель предварительно	0,10х4
19	Ввернуть винты М4х20 в кронштейн 1 окончательно	0,04х4
20	Ввернуть винты М4х20 в электродвигатель окончательно	0,04х4
22	Осмотреть эластомерную муфту	0,07
21	Надеть эластомерную муфту на вал электродвигателя	0,06
22	Зажать эластомерную муфту на валу предварительно	0,04
23	Переместить верхнюю стенку портала в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		2,92
18. Узловая сборка плиты Z		
1	Осмотреть плиту Z	0,09
2	Положить плиту Z на нижнюю сторону	0,02
3	Присоединить стенку шпинделя	0,07
4	Ввернуть винты М10х30 в плиту Z предварительно	0,10х3
5	Ввернуть винты М10х30 в плиту Z окончательно	0,04х3
6	Запрессовать шпинель в стенку шпинделя	0,04
7	Ввернуть винты М8х30 в линейный подшипник предварительно	0,10х16
8	Ввернуть винты М8х30 в линейный подшипник окончательно	0,04х16
9	Ввернуть винты М5х35 в держатель гайки предварительно	0,10х4
10	Ввернуть винты М5х35 в держатель гайки окончательно	0,04х4
11	Переместить плиту Z в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		3,46
19. Общая сборка станка		
1	Осмотреть переднюю опору в сборе со всех сторон	0,09
2	Установить переднюю опору в сборе на нижнюю сторону	0,02
3	Осмотреть заднюю опору в сборе со всех сторон	0,09
4	Установить заднюю опору в сборе на нижнюю сторону	0,02
5	Выполнить техническое требование 1	0,06
6	Закрепить валы 600 мм в сборе между опорами	0,07
7	Установить винт ШВП 579 мм в сборе между опорами	0,05
8	Надеть кольцо А 10.50 ХГА на винт ШВП 579 мм	0,05
9	Присоединить портал в сборе к линейным подшипникам и гайке ШВП	0,1
10	Ввернуть винты М8х30 в линейные подшипник предварительно	0,10х16
11	Ввернуть винты М5х35 в держатель гайки ШВП предварительно	0,10х4
12	Ввернуть винты М8х30 в линейные подшипник окончательно	0,04х16
13	Ввернуть винты М5х35 в держатель гайки ШВП окончательно	0,04х4
14	Присоединить стол к передней и задней опоре	0,02
15	Ввернуть винты М10х30 в переднюю и заднюю опору предварительно	0,10х8
16	Ввернуть винты М10х30 в переднюю и заднюю опору окончательно	0,04х8
17	Присоединить плиту Y	0,02
18	Ввернуть винты М8х30 в линейные подшипник предварительно	0,10х16
19	Ввернуть винты М6х30 в держатель гайки ШВП предварительно	0,10х4
20	Ввернуть винты М8х30 в линейные подшипник окончательно	0,04х16
21	Ввернуть винты М6х30 в держатель гайки ШВП окончательно	0,04х4
22	Присоединить нижнюю стенку в сборе к плите Y	0,04

23	Ввернуть винты М10х30 в плиту Y предварительно	0,10х3
24	Ввернуть винты М10х30 в плиту Y окончательно	0,04х3
25	Закрепить валы 600 мм в сборе в нижней стенке	0,05х2
26	Установить винт ШВП 373 мм в сборе в нижнюю стенку	0,05
27	Надеть кольцо А 10.50 ХГА на винт ШВП 373 мм	0,05
28	Присоединить верхнюю стенку в сборе к плите Y	0,04
29	Ввернуть винты М10х30 в плиту Y предварительно	0,10х3
30	Ввернуть винты М10х30 в плиту Y окончательно	0,04х3
31	Присоединить плиту Z в сборе	0,10
32	Ввернуть винты М8х30 в линейные подшипник предварительно	0,10х16
33	Ввернуть винты М5х35 в держатель гайки ШВП предварительно	0,10х4
34	Ввернуть винты М8х30 в линейные подшипник окончательно	0,04х16
35	Ввернуть винты М5х35 в держатель гайки ШВП окончательно	0,04х4
Итого:		10,73
Всего Σ топ:		40,03

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Научные статьи и дипломы



17-я международная выставка-форум

**ПРОМЫШЛЕННЫЙ САЛОН.
МЕТАЛЛООБРАБОТКА**

БЛАГОДАРСТВЕННОЕ ПИСЬМО

*Награждается участник
студенческого центра «Формула
станок» Тольяттинского
государственного университета
Морозов Дмитрий Александрович за
разработку фрезерного станка с ЧПУ*

Генеральный директор
ВК «Экспо-Волга»
Левитан А. Д.

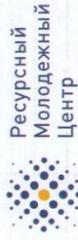
26-28 | СЕНТЯБРЯ | 2018



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.



Росмолодежь



Всероссийский студенческий форум
«Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России»

ДИПЛОМ

III степени

Награждается

МОРОЗОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

за проект «ПРОИЗВОДСТВО НАСТОЛЬНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ»

Ректор

В. Е. Шебашев

20 - 23 ноября 2018 г.

г. Йошкар-Ола



ДИПЛОМ

победителя

Всероссийской студенческой научно - практической междисциплинарной конференции «МОЛОДЕЖЬ. НАУКА. ОБЩЕСТВО»

НАГРАЖДАЕТСЯ

Морозов Дмитрий Александрович

За II место

в конкурсе докладов по направлению
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Проректор по научно-инновационной
деятельности ТГУ

Президент Союза

«Торгово-промышленная палата г. Тольятти»
Тольятти 2018 г.

С.Х. Петерайтис

В.Н. Шамрай



ПОЧЕТНАЯ ГРАМОТА
В ЧЕСТЬ ДНЯ РОССИЙСКОЙ НАУКИ

НАГРАЖДАЕТСЯ

Морозов Дмитрий Александрович

За активную научно-исследовательскую деятельность
в 2018 году



Ректор

М.М. Криштал

Тольятти, 2019



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

команда Тольяттинского государственного
университета в составе:

Козлов Сергей Дмитриевич

Морозов Дмитрий Александрович

Огнев Андрей Андреевич

Спиридонов Николай Германович

Руководитель **Балахнина Анна Александровна**,
занявшая **3 место** в III этапе

Всероссийской студенческой олимпиады
по прикладной механике

город Санкт-Петербург

Председатель оргкомитета
профессор



В.О. Никифоров

10 апреля 2019 г.

Председатель жюри,
доцент

С.С. Резников

ITMO *re than a*
UNIVERSITY

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт механики и машиностроения



ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы IV Всероссийской
студенческой конференции

Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ
СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Йошкар-Ола
2018

<i>Куликов В. В.</i> Расчет инерционных нагрузок в кинематических парах экзоскелета при ресурсных испытаниях.....	78
<i>Курицына К. С.</i> Проблемы и перспективы построения жилых и общественных баз на Луне	82
<i>Курочкина К. Ю.</i> Расчет экономической эффективности прокладки теплопровода.....	84
<i>Лаптева О. С.</i> Определение плотности тепловых потоков через теплоизоляционные материалы.....	88
<i>Белавин А.А., Ливанова Т. С., Коновалов С. Н.</i> Контрольно-измерительная аппаратура для определения момента трогания редуктора экзоскелета.....	91
<i>Лажмин Д. В., Ливанова Т. С., Коновалов С. Н.</i> Контрольно-измерительная аппаратура для определения механических характеристик электропривода экзоскелета.....	94
<i>Лисютенко С. Д.</i> Преимущества использования беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве.....	97
<i>Лоскутов М. Ю., Василев А. С.</i> Расчетное обоснование энергетически эквивалентных ресурсных испытаний экзоскелета.....	100
<i>Ляхов А. А.</i> Использование электрохимической полировки для деталей из нержавеющей стали	104
<i>Мамаева О. Э.</i> Анализ повреждений и параметров технического состояния клиновой задвижки.....	106
<i>Морозов Д. А.</i> Фрезерный трехкоординатный станок с ЧПУ малого размера.....	110
<i>Мукамдаров А. А.</i> Ультразвуковая дефектоскопия металла в теплоэнергетике.....	113
<i>Мурзаева М. А.</i> Модернизация центрального теплового пункта.....	114
<i>Мухтарова А. Р.</i> Экспериментальные методы исследования сверхкритической экстракции однолетников.....	116
<i>Петряков А. В.</i> Защита магистральных трубопроводов от почвенной коррозии.....	120

УДК 67.05

Морозов Дмитрий Александрович,
направление Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительного производства (бакалавриат), гр. ТМп-1501

Научный руководитель Логинов Николай Юрьевич,
канд. техн. наук, заведующий кафедрой оборудования и технологий
машиностроительного производства
ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти

ФРЕЗЕРНЫЙ ТРЕХКООРДИНАТНЫЙ СТАНОК С ЧПУ МАЛОГО РАЗМЕРА

Актуальность и задачи исследования. Для увеличения технологической оснащённости учебного процесса и для получения возможности участия в инженерных соревнованиях было принято решение о создании на базе кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства» Тольяттинского государственного университета трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ. Это даёт возможность использования в учебном процессе действующего технологического оборудования с числовым управлением, а также возможность обучения и участия команды в студенческих соревнованиях по программированию и наладке станков с программным управлением.

Методика и этапы проекта. На первом этапе разработки проекта был спроектирован трехкоординатный фрезерный станок в графическом редакторе КОМПАС-3D, выходная модель которого представлена на рисунке 1. Для этого студенты были разбиты на группы и создавали сначала двумерные чертежи узлов станка, а затем, объединившись, разработали трехмерную модель.

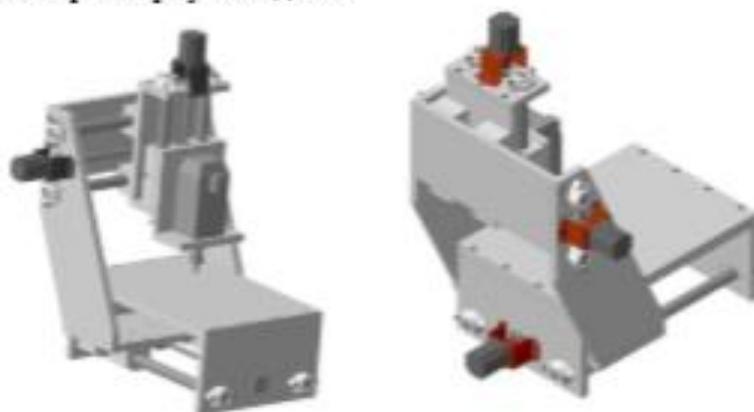


Рис. 1. Модель фрезерного станка

На *втором этапе* разработки проекта после формирования внешнего вида и чертежей было принято решение об изготовлении данного оборудования на базе лабораторий «Металлорежущие станки», «Системы ЧПУ» и «Обработка резанием» Тольяттинского государственного университета. Изготовлению подлежали корпусные детали спроектированного станка, которые обрабатывались на вертикально-фрезерном, универсально-фрезерном и токарно-винторезном станках. Студенты, заранее получившие опыт работы на данном технологическом оборудовании в ходе прохождения учебной практики, изготовили комплектующие детали спроектированного объекта.

Третий этап проекта заключался в сборке станка из узлов-агрегатов. Студентами при помощи преподавателей и учебно-вспомогательного персонала кафедры производилась сборка спроектированного оборудования и изготовленных деталей. Особенностью этой задачи была геометрическая точность собираемых узлов, для чего заранее были выполнены отверстия под штифты в деталях. Таким образом, сборщикам было удобно сопрягать и скреплять необходимые компоненты.



Рис. 2. Установка штифтов

Изготовление отверстий (рис. 2) и выполнение резьбы для окончательного винтового соединения соединяемых компонентов осуществлялось в деталях в собранном на штифты состоянии. Это дало возможность точно выполнить concentricity нескольких отверстий.

Четвертым этапом проекта являлась пуско-наладка собранного станка. Система управления (ЧПУ) была выбрана «Mach 3» в связи с ее

простотой и доступностью. На этом этапе студентами выполнялась подготовка и настройка перемещения трех линейных координат для движений подачи, имеющих в механическом приводе по две направляющие и шариковые винтовые пары (рис. 3). Движение винтам передается от шаговых электродвигателей. На этом же этапе проводилась настройка главного движения станка (вращение шпинделя).

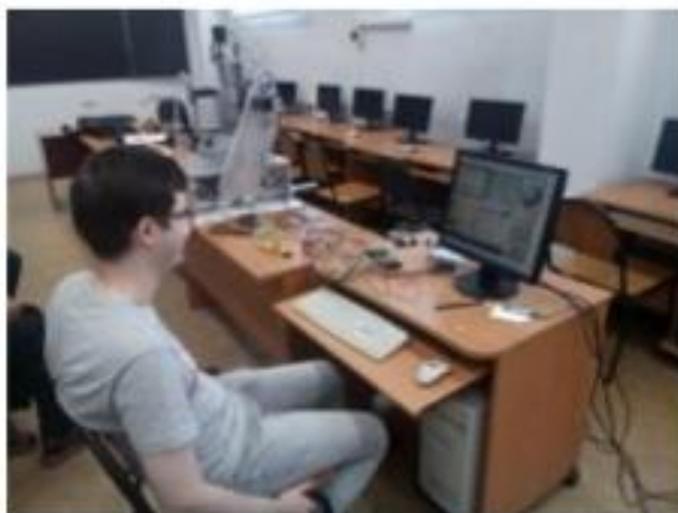


Рис. 3. Настройка движений станка от системы ЧПУ

Вывод. В результате выполненного проекта студентами проведены конструкторско-технологические, инженерные и сборочные работы по созданию трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ малого размера. Это даёт возможность использования его в ходе обучения студентов направлений подготовки 15.03.01 «Машиностроение» и 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» как для осуществления практико-ориентированного обучения по таким дисциплинам, как «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки», «Системы числового программного управления», так и для участия в инженерных студенческих соревнованиях по программированию и наладке станков с программным управлением.

Список литературы

1. Образовательная модель проектно-ориентированной подготовки молодых специалистов инженерно-технических направлений в концепции индустрия 4,0 / Д. Г. Левашкин, Н. Ю. Логинов, А. А. Козлов, В. А. Гулзев // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: мате-

риалы IV Международной научно-практической конференции. – Тамбов, 2017. – С. 345-351.

2. Гордеев, А. В. Оптимизация технических параметров при решении инженерных задач / А. В. Гордеев, Н. Ю. Логинов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – Тольятти, 2015. – № 4 (34). – С. 25-30.

3. Левашкин, Д. Г. Обеспечение точности базирования сменных узлов призматической формы на основе анализа размерных цепей обработки их базирующих отверстий / Д. Г. Левашкин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – Челябинск, 2015. – Т. 15. № 2. – С. 5-12.

4. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств: учебное пособие / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Скиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 336 с.

УДК 620.179.16

Мукатдаров Алик Альбертович,

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат), гр. ПТ-1-15

Научный руководитель Кондратьев Александр Евгеньевич,

канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики
и систем теплоснабжения

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань*

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТАЛЛА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Неразрушающий контроль (НК) позволяет контролировать различные свойства материалов и качество продукции без нарушения целостности деталей. Многие технологии НК могут использоваться для обеспечения качественного производства и функциональности. Один из таких методов – ультразвуковая дефектоскопия, которая применяется в производственном процессе для того, чтобы гарантировать использование качественных образцов материалов, выявить приповерхностные трещины, а также обеспечить обнаружение критических дефектов.

Ультразвуковая дефектоскопия — это неразрушающий целостности оборудования метод контроля и поиска различных скрытых и внутренних механических несплошностей, недопустимой величины и химических отклонений от заданной нормы. Диагностика ультразвуковым методом применяется для различных видов исследуемых соединений. УЗК является незаменимым при выявлении воздушных пустот, химически



ДИПЛОМ

I степени
награждается

Морозов Дмитрий Александрович

студент 4-го курса, направление "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" (бакалавриат), Тольяттинский государственный университет. Научный руководитель: Логинов Николай Юрьевич, к.т.н., зав. кафедрой "Оборудование и технологии машиностроительного производства", Тольяттинский государственный университет

**победитель Международного конкурса
исследовательских работ в области технических и
физико-математических наук для учащихся,
студентов, магистрантов, аспирантов, проводимого
по инициативе проекта "Interclover-2019" 25 апреля
2019 года**

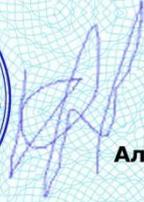
Номинация: Научная статья **г. Нижний Новгород**

Научное направление/область исследования: Машиностроение и
машиноведение, мехатроника, роботы, сварка

Название проекта: Фрезерный трехкоординатный станок малого
размера

председатель конкурсного
жюри, руководитель НОО
"Профессиональная
наука", к.э.н.




Краснова
Наталья
Александровна

INTERCLOVER.RU

г. Нижний Новгород

2019 год

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Голыятинский государственный университет»

БЛАГОДАРНОСТЬ

за добросовестный труд, высокий профессионализм,
значительный личный вклад в работу приемной комиссии ТГУ

награждается

Морозов Дмитрий Александрович,
студент института машиностроения (группа ТМп – 1501)

Проректор по учебной работе  Э.С. Бабошина



Голыятин, 2018 г.