

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и  
инженерной механики

Могильная Е.П.

«18» 04 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

По направлению подготовки 15.03.02. Технологические машины и  
оборудование

Профиль подготовки «Машины и аппараты пищевых производств»

Луганск 2023

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы технологии машиностроения» по направлению подготовки 15.03.02. «Технологические машины и оборудование» -50 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы технологии машиностроения» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.02. «Технологические машины и оборудование» утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 09 августа 2021 года № 728, с изменением от 19.07.2022 №662.

### СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент, Кирсанов А.Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга  
«4» 04 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой технологии машиностроения  
и инженерного консалтинга Витренко В.А.  
Переутверждена: «  »    20    г., протокол №   

Согласована:  
Директор Института технологий и инженерной механики Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики  
«18» 04 2023 года, протокол № 23.

Председатель учебно-методической комиссии  
института технологий и инженерной механики Ясуник С.Н.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины «Основы технологии машиностроения» - приобретение теоретических основ технологии машиностроения; изучение основ проектирования технологических процессов изготовления деталей и сборки машин.

Задачи. Усвоение теоретических основ технологии машиностроения. Обоснование принимаемых решений при проектировании и управлении процессами создания и изготовления машин на должном научно-техническом уровне.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Основы технологии машиностроения» относится к базовой части профессионального цикла, которая формирует профессиональные знания, умения и навыки естественно-научной направленности будущих специалистов.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин «Инженерная и компьютерная графика», «Теоретическая механика», «Технология конструкционных материалов», «Материаловедение».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Теоретические основы технологии производства деталей и сборки машин», «САПР ТП», «Проектирование режущего инструмента», «Прототипирование машиностроительных объектов», «Технологии реверс-инжиниринга», «Технологические методы производства заготовок деталей машин». Знания, полученные в результате изучения данной дисциплины, используются при выполнении выпускной квалификационной работы и научно-исследовательских работ.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.1. Имеет базовые знания по принципам работы и конструктивным особенностям оборудования предприятий машиностроения. ОПК-9.2. Рассматривает и предлагает для организации производства современное	Знать основные принципы работы и конструктивные особенности оборудования предприятий машиностроительных производств.
		Уметь: обоснованно выбирать современное технологическое оборудование для машиностроительного производства изделий машиностроения.
		Владеть навыками организации

	технологическое оборудование.	производства изделий машиностроения на базе современного технологического оборудования.;
ОПК-11. Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, производить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	ОПК-11.1. Применяет методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.  ОПК-11.2. Проводит анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывает мероприятия по их предупреждению.	Знать: методы контроля качества изделий и объектов машиностроения,
		Уметь: осуществлять контроль качества машиностроительных изделий, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению.
		Владеть навыками контроля качества изделий, выявлению причин нарушений технологических процессов и способами их предупреждения..
ОПК-12. Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения	ОПК-12.1. Обеспечивает технологичность изделия и процессов их изготовления. ОПК-12.2. Умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения.	Знать: основные показатели технологичности конструкции изделия и способы по обеспечению технологичности машиностроительных изделий,
		Уметь: контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения.
		Владеть: навыками выбора оптимального варианта конструкции изделия с целью улучшения его технологичности.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>144</b> <b>(4,0 зач. ед)</b>	<b>144</b> <b>(4,0 зач. ед)</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	68	16
<b>в том числе:</b>		
Лекции	34	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	4
Лабораторные работы	17	4
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации	-	-

образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )		
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>76</b>	<b>128</b>
Форма аттестации	экзамен	экзамен

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основные понятия и определения технологии машиностроения.

Изделие и его элементы; производственный процесс и его структура; машиностроительное производство и его технологическая характеристика.

Тема 2. Базирование и базы в машиностроении.

Общие понятия; базирование призматической и цилиндрической заготовок в приспособлении; схемы базирования; классификация баз; основы выбора баз; роль и значение первой операции; принципы совмещения и постоянства баз; погрешности установки.

Тема 3. Точность обработки.

Общие понятия; погрешности обработки от: неточности работы станка, деформации упругой технологической системы, действия сил резания, размерного износа режущего инструмента и приспособления, погрешности установки и базирования заготовок, погрешностей сил зажима, погрешностей от внутренних напряжений в материале детали, температурных погрешностей; расчет точности технологических процессов; аналитический и статистический методы; закон нормального распределения; характеристика кривой Гаусса; пути повышения точности механической обработки.

Тема 4. Качество поверхности деталей после механической обработки.

Понятие о качестве поверхности; значение качества поверхности деталей; критерии и классификация шероховатости поверхностей; способы оценки и пути улучшения качества поверхностей деталей.

Тема 5. Виды обработки деталей.

Общий обзор видов обработки деталей машин; основные факторы, влияющие на характер технологического процесса механической обработки.

Тема 6. Технологичность конструкций изделий.

Показатели технологичности конструкций изделий; отработка конструкции изделия на технологичность; требования к технологичности конструкции деталей и сборочных единиц.

Тема 7. Припуски на механическую обработку заготовок.

Опытно-статистический и расчетно-аналитический методы определения припусков на обработку.

Тема 8. Производительность и экономичность технологических процессов.

Производительность и себестоимость обработки; основы технического нормирования; структура нормы времени на обработку; методы и порядок определения нормы времени по элементам; определение квалификации работы; методы расчета экономичности вариантов технологического процесса; оценка экономической эффективности варианта по приведенным затратам.

Тема 9. Организационно-методические основы проектирования технологических процессов.

Виды и структура технологических процессов; технико-экономические принципы технологического проектирования; исходные данные для разработки техпроцессов; стадии и последовательность проектирования; особенности проектирования техпроцессов в различных типах производства.

#### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия и определения технологии машиностроения	4	1
2	Базирование и базы в машиностроении	4	1
3	Точность обработки	4	1
4	Качество поверхности деталей после механической обработки	4	1
5	Виды обработки деталей	4	1
6	Технологичность конструкций изделий	4	1
7	Припуски на механическую обработку заготовок	4	1
8	Производительность и экономичность технологических процессов.	3	0,5
9	Организационно-методические основы проектирования технологических процессов	3	0,5
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	<b>8</b>

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Решение задач по анализу структуры технологического процесса и определению основных параметров машиностроительного производства.	2	0,5
2	Решение задач по выбору рациональных схем базирования.	2	0,5
3	Решение задач по определению погрешности установки.	1	0,5
4	Решение задач по расчету погрешностей обработки.	1	
5	Решение задач по анализу точности обработки с применением закона нормального распределения размеров (кривая Гаусса)	1	0,5
6	Решение задач по расчету количества вероятного брака заготовок	1	0,5
7	Решение задач по определению значения параметров качества поверхности и технологических методов повышения надежности деталей машин.	2	
8	Решение задач по определению параметров состояния поверхностного слоя детали и назначения метода окончательной обработки.	2	0,5
9	Решение задач по расчету припусков на обработку.	1	
10	Решение задач по расчету технологической себестоимости детали.	1	
11	Решение задач по расчету режимов обработки норм времени.	1	0,5
12	Разработка технологических процессов обработки резанием.	1	0,5

	Основные задачи.		
13	Разработка маршрута обработки ступенчатого вала-шестерни в условиях крупносерийного производства.	1	
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	<b>4</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение погрешности базирования валов в призмах. Определение погрешности базирования втулки на жесткую и разжимную оправку.	2	1
2	Определение погрешности закрепления тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне и цанге.	2	0,5
3	Определение надежности построения технологического процесса по точности.	2	0,5
4	Определение жесткости металлорежущих станков.	2	0,5
5	Исследование влияния режимов резания на шероховатость поверхности.	3	0,5
6	Определение погрешности настройки металлорежущих станков.	4	0,5
7	Определение настроечного размера по результатам измерений пробных деталей.	2	0,5
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	<b>4</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия и определения технологии машиностроения.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	9	14
2	Базирование и базы в машиностроении.		8	14
3	Точность обработки.		9	14
4	Качество поверхности деталей после механической обработки.		8	14
5	Виды обработки деталей.		8	14
6	Технологичность конструкций изделий.		8	14
7	Припуски на механическую обработку заготовок.		8	14
8	Производительность и экономичность технологических процессов.		9	15
9	Организационно-методические основы проектирования технологических процессов.		9	15
<b>Итого:</b>			<b>76</b>	<b>128</b>

#### **4.7. Курсовые работы/проекты.**

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

#### **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация процессов обработки различных поверхностей деталей;
- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач;
- технология проблемного обучения, в том числе создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками;
- технология исследовательских методов обучения, дающая возможность самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и находить пути ее решения;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; опережающая самостоятельная работа; междисциплинарные связи; проблемное обучение; исследовательский метод.

*Работа в команде:* совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ № 1-7 по теме: «Основные понятия и определения технологии машиностроения», «Базирование и базы в машиностроении», «Точность обработки», «Качество поверхности деталей после механической обработки», «Виды обработки деталей», «Технологичность конструкций изделий», «Припуски на механическую обработку заготовок», «Производительность и экономичность технологических процессов», «Организационно-методические основы проектирования технологических процессов».

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

а) основная литература:

1. Безъязычный В.Ф., Основы технологии машиностроения : учебник для вузов. 2-е изд., исправл. / В.Ф. Безъязычный - М.: Машиностроение, 2016. - 568 с. - ISBN 978-5-9907638-4-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785990763845.html>

2. Рахимянов Х.М., Технология машиностроения : учеб. пособие / Рахимянов Х.М. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 253 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-2291-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778222915.html>



б) дополнительная литература:

1. Маталин А.А. Технология машиностроения / Маталин А.А. – Л.: Машиностроение, 1985.- 496 с.
2. Мосталыгин Г.Я., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения / Мосталыгин Г.Я., Толмачевский Н.Н. - М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986 г.
4. Балакшин Б. С. Теория и практика технологии машиностроения: избр. тр. В 2 кн. Кн. 2. Основы технологии машиностроения [Текст] / Б. С. Балакшин ; редкол. : Б. М. Базров [и др.]. - М. : Машиностроение, 1982. - 367 с
5. Базров Б. М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов.[Электронный ресурс]/ М.: Машиностроение, 2005-736 с. <http://studizba.com/files/show/djvu/2216-1-bazrov-b-m-osnovy-tehnologii.html>
6. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012 – 352 с. - [http://portal.tpu.ru/files/departments/publish/IK\\_Ckvortcov.pdf](http://portal.tpu.ru/files/departments/publish/IK_Ckvortcov.pdf)
7. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения [Текст] : учебник для машиностр. спец. вузов / И. М. Колесов. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2001. - 591 с.

в) методические рекомендации:

1. Мицык В.Я., Волков И.В., Ясуник С.Н., Захаров Т.Г., Рубаненко В.Ю. Основы технологии машиностроения. Лекционно-лабораторный практикум: учебное пособие для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.00.00 – Машиностроение и 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2018. – 111с.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
<http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки –  
<http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов –  
<http://fcior.edu.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

## **7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Основы технологии машиностроения» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспеченных проектором и экраном, лаборатории кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга, оснащенной металлорежущими станками:

- станок токарно-винторезный ИТ-1М;
- станок вертикально- фрезерный 6Н12;
- станок вертикально- сверлильный 2Н125;

Прочее: рабочие места преподавателя и студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Программное обеспечение:**

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	FirefoxMozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	FarManager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Основы технологии машиностроения»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
ОПК-9.	Способен использовать знания по принципам работы и конструктивным особенностям оборудования и предлагает для организации производства машиностроительных изделий требуемого качества современное технологическое оборудование.	ОПК-9.1. Имеет базовые знания по принципам работы и конструктивным особенностям оборудования предприятий машиностроения. ОПК-9.2. Рассматривает и предлагает для организации производства современное технологическое оборудование.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	6
ОПК-11.	Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению.	ОПК-11.1. Применяет методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности. ОПК-11.2. Проводит анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывает мероприятия по их предупреждению.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	6

ОПК-12	Способен обеспечивать технологичность изделия и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	ОПК-12.1. Обеспечивает технологичность изделия и процессов их изготовления. ОПК-12.2. Умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	6
--------	--	--	--	---

### Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-9	ОПК-9.1. Имеет базовые знания по принципам работы и конструктивным особенностям оборудования предприятий машиностроения. ОПК-9.2. Рассматривает и предлагает для организации производства современное технологическое оборудование.	Знать: основные принципы работы и конструктивные особенности оборудования предприятий машиностроительных производств. Уметь: обоснованно выбирать современное технологическое оборудование для машиностроительного производства изделий машиностроения. Владеть навыками организации производства изделий машиностроения на базе современного технологического оборудования.;	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7,	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала; задания по практическим занятиям, лабораторные работы, контрольные работы, экзамен
2	ОПК-11	ОПК-11.1. Применяет методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности. ОПК-11.2. Проводит анализ причин нарушений технологических	Знать: методы контроля качества изделий и объектов машиностроения. Уметь: осуществлять контроль качества машиностроительных изделий, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7,	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала; задания по практическим занятиям, лабораторные работы, контрольные работы,

		процессов в машиностроении и разрабатывает мероприятия по их предупреждению.	Владеть навыками контроля качества изделий, выявлению причин нарушений технологических процессов и способами их предупреждения..		экзамен
3	ОПК-12	ОПК-12.1. Обеспечивает технологичность изделия и процессов их изготовления. ОПК-12.2. Умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения.	Знать: основные показатели технологичности конструкции изделия и способы по обеспечению технологичности машиностроительных изделий, Уметь: контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения. Владеть: навыками выбора оптимального варианта конструкции изделия с целью улучшения его технологичности.	Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7,	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала; задания по практическим занятиям, лабораторные работы, контрольные работы, экзамен

### **Фонды оценочных средств по дисциплине «Основы технологии машиностроения»**

#### **Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):**

1. Дайте характеристику назначения станков: токарного, сверлильного, фрезерного, шлифовального.
2. Укажите основные технологические возможности рассматриваемых станков.
3. Перечислите основные характеристики рассматриваемых станков.
4. Какие технологические операции механической обработки возможно производить на рассматриваемом оборудовании, и какой режущий инструмент при этом применяется?
5. Какой квалитет точности и класс шероховатости обрабатываемой поверхности обеспечивается на рассматриваемом оборудовании?
6. Каковы основные принципы классификации металлорежущих станков.
7. Что такое базирование в технологии машиностроения?
8. Дайте определение базы, используемое в теории базирования.
9. Что такое комплект баз?
10. Дайте характеристику схеме базирования призматических заготовок.

11. Дайте определение термину «опорная точка» и уточните, что она символизирует.
12. Сформулируйте правило шести точек как основное в теории базирования.
13. Какие случаи базирования рассматриваются в технологии машиностроения и чем они характеризуются?
14. Что такое схема базирования?
15. Какой элемент поверхности вала при его базировании называют двойной направляющей базой?
16. Назовите приспособление, которое используется для базирования цилиндрической заготовки.
17. Уточните, скольких степеней свободы лишается цилиндрическая заготовка при использовании двойной направляющей базы.
18. Дайте определение опорной базе при базировании вала в установочной призме.
19. В сочетании с какими конструктивными элементами используются установочные призмы при базировании вала и для чего это делается?
20. В качестве какой базы выступает поверхность шпоночного паза вала при его базировании в установочной призме?
21. Скажите, каким параметром характеризуется установочная призма. Назовите ряд величин этого параметра для традиционно применяемых призм.
22. Уточните, в какой зависимости находится величина угла между базовыми поверхностями призмы и величина погрешности при базировании в ней вала.
23. Скажите, какой пример базирования имеет место при базировании втулки на оправке и почему.
24. Уточните, скольких степеней свободы лишается втулка, помещенная на длинную оправку.
25. Какую роль играет силовое замыкание при базировании втулки на оправке?
26. Дайте характеристику примерам полного и неполного базирования.
27. Проанализируйте схему базирования тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне. Укажите расположение опорных точек.
28. Аналогом какого классического приспособления для базирования деталей является конструкция трехкулачкового патрона токарного станка?
29. Объясните назначение цанги при базировании тонкостенного кольца. Какое влияние оказывает это приспособление на точность геометрической формы кольца?

30. К какому примеру базирования можно отнести базирование корпусной детали на плоскость и два отверстия? Укажите расположение опорных точек на плоскостях заготовки.
31. Дайте классификацию баз, принятую в технологии машиностроения.
32. Дайте определение принципам совмещения и постоянства баз.
33. В результате каких отдельных погрешностей формируется суммарная погрешность установки детали в приспособлении?
34. Укажите пути уменьшения погрешностей базирования и закрепления.
35. Как зависит погрешность базирования корпусной детали от расстояния между установочными пальцами?
36. На каком расстоянии устанавливается индикатор при определении погрешности базирования корпусной детали?
37. Какими способами можно обработать конусные поверхности на токарных станках?
38. Из каких основных элементов состоит конусная линейка? Как настроить конусную линейку на обрабатываемую заготовку?
39. Какими инструментами измеряют конусные поверхности?
40. Что такое жесткость упругой технологической системы СПИЗ?
41. Дайте количественную оценку жесткости технологической системы.
42. Какими методами определяется жесткость технологической системы?
43. Как определяется суммарная жесткость технологической системы?
44. Уточните причины несовпадения нагрузочной и разгрузочной кривых отжатий?
45. Каков механизм влияния жесткости на точность обработки?
46. В чем состоит сущность определения жесткости технологической системы производственным методом?
47. Как уменьшить влияние податливости на точность обработки?
48. С какой целью проводится техническое нормирование на машиностроительных предприятиях?
49. Дайте определение терминам «штучное время», «машинное время».
50. Из каких составляющих складывается норма штучного времени?
51. От каких факторов зависит основное время?
52. Что такое вспомогательное время? Из каких комплексов состоит вспомогательное время при выполнении фрезерных операций?
53. Из каких затрат времени складывается время обслуживания рабочего места?

54. По каким формулам рассчитываются затраты времени на организационно-техническое обслуживание и естественные надобности при техническом обслуживании?
55. В какой последовательности ведутся расчеты нормы штучного времени при нормировании фрезерных работ?
56. С какой целью проводится хронометраж? Какие виды хронометража существуют?
57. Уточните основные положения организации технологических процессов сборки изделий.
58. Какова последовательность разработки технологического процесса сборки изделий?
59. Каким образом составляется циклограмма сборки изделий?
60. Согласно каким правилам оформляется документация на технологический процесс сборки изделий?
61. Что такое узел, подузел, деталь, сборочная единица?
62. Что такое плотность и такт сборки?
63. Дайте характеристику принципам разработки схемы сборки.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Задания по практическим занятиям:**

1. Определить годовую программу, которую обеспечит автоматическая линия при обработке деталей с тактом 2,41 мин. Режим работы двухсменный.
2. Определить средний коэффициент загрузки станков, установленных на участке, если продолжительность операций, выполняемых на этих станках, соответственно равна: 1,8 мин., 4,03 мин., 2,29 мин., 1,9 мин., 1,75 мин. Такт выпуска деталей – 2,4. дет.
3. На поточной линии обрабатываются 128000 деталей в год. Определить такт и ритм поточной линии при двухсменном режиме работы.



4. При обработке детали (шлифование внутреннего размера Т-образного паза) обеспечить допуск 0,012 мм существующей наладкой сложно. Экономически выгодно было бы мириться с браком до 3% изготавливаемых деталей. Определить какое поле рассеяния можно применить при новой наладке, если 3% брака учитывать, как неисправимый.

5. На переменнo-пoтoчнoй линии обрабатываются 4 детали. Годовая программа выпуска составляет соответственно: 5000 шт., 10000 шт., 12000 шт., 15000 шт. Суммарное время обработки этих деталей соответственно: 24 мин., 12 мин., 7 мин., 6 мин. Определить такт и ритм переменнo-пoтoчнoй линии при двухсменном режиме работы.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
задания по практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### Лабораторные работы

#### Лабораторная работа №1

#### Тема: «Технологические возможности и технические характеристики металлорежущих станков»

#### Порядок выполнения работы

1. Изучить компоновку станков, а также назначение их основных составных частей и исполнительных механизмов.
2. Ознакомиться с техническими характеристиками станков.
3. Изучить кинематику движений основных исполнительных механизмов.
4. Изучить виды работ, выполняемых на станках, и ознакомиться с режущим инструментом, применяемым для данных технологических операций.
5. Определить качество точности и качество поверхности при обработке различных технологических операциях.
6. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

## Лабораторная работа №2

### Тема: «Определение погрешности базирования валов в призмах»

#### Порядок выполнения работы

1. Рассмотреть заданную схему базирования вала в призме.
2. С помощью микрометра произвести измерение наружной поверхности каждого из пяти гладких валов.

3. Определить поле рассеивания  $\omega$  размеров по формуле:

$$\omega = D_{\max} - D_{\min},$$

где  $D_{\max}$  и  $D_{\min}$  – максимальный и минимальный размер вала.

4. В закрепленную на контрольной плите призму, имеющую угол  $\alpha$  наклона установочных поверхностей, равный  $120^\circ$ , установить вал с минимальным диаметром и подвести к его поверхности индикатор, смонтированный на стойке. Шкалу индикатора установить в нулевое положение.

5. Поочередно устанавливая валы в призму, с помощью индикатора определить отклонение размера от контрольной плиты до наивысшей точки, образующей вала.

6. Повторить опыт, используя призмы с углом  $\alpha$  наклона установочных поверхностей, равным  $90^\circ$  и  $60^\circ$ .

7. Рассмотреть схему базирования вала. Определить базовые поверхности и количество степеней свободы, которых лишилась заготовка, а также уточнить направление силового замыкания. Пояснить, какому виду перемещения заготовки препятствует каждая опорная точка.

8. Определить, при каком значении угла призмы погрешность базирования вала будет наименьшей. Ответ записать в выводах.

9. Рассчитать погрешность базирования вала по формуле:

$$\Delta_B = T_D \frac{1 + \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}},$$

где  $\alpha$  – угол призмы ( $\sin 60^\circ = 0,866$ ;  $\sin 45^\circ = 0,707$ ;  $\sin 30^\circ = 0,5$ );

$T_D$  – допуск на диаметр валов, принимается равным  $\omega$ .

10. Сравнить расчетные данные с экспериментальными, установить погрешность эксперимента и объяснить, чем она вызвана. Дать заключение, при каких условиях выполняема поставленная задача.

11. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

## Лабораторная работа №3

### Тема: «Базирование втулок на жесткую и разжимную оправки»

#### Порядок выполнения работы

1. С помощью штангенциркуля измерить внутренние диаметры втулок и наружный диаметр жесткой оправки.

2. Определить поле рассеивания размеров втулок и оправок, приняв его за допуск на изготовление детали.

$$\omega = D_{\max} - D_{\min} .$$

3. Установить, между поверхностями какой из втулок и оправок, будет иметь место минимальный и максимальный зазор:

$$B_{\min} = D_{\text{втулки}\min} - D_{\text{оправки}\max} ;$$

$$B_{\max} = D_{\text{втулки}\max} - D_{\text{оправки}\min} .$$

4. Определить погрешность базирования по формуле:

$$\Delta_B = B_{\min} + T_1 + T_2 ,$$

где  $B_{\min}$ —минимальный зазор;

$T_1$  - допуск на оправку;

$T_2$  - допуск на отверстие во втулке.

5. Рассмотреть схему базирования втулки. Определить базовые поверхности и количество точек опоры, а также направление силового замыкания.

6. Установить втулку на оправку и закрепить. Затем втулку с оправкой установить в центрах. Опыт выполнить поочередно для оправки и втулки с зазорами  $B_{\min}$  и  $B_{\max}$ .

7. С помощью смонтированного на стойке индикатора определить радиальное биение наружной поверхности втулки, которое отражает величину погрешности базирования втулки на оправке.

8. Переустановить втулку на разжимную оправку и определить радиальное биение наружной поверхности втулки.

9. Определить, при каком способе базирования погрешность установки втулки будет иметь наименьшую величину.

10. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

### **Лабораторная работа №4**

**Тема: «Базирование корпусных деталей на плоскость и два отверстия»**

#### **Порядок выполнения работы»**

1. В корпусной детали измерить диаметры базовых отверстий и расстояние между ними, а также диаметры установочных штырей на приспособлении.

2. Установить деталь в приспособление, определив количество опорных точек и их расположение.

3. Подвести индикатор к корпусной детали перпендикулярно линии, проходящей через оси базовых штырей, и сместить деталь на величину зазора между штырями и отверстиями в детали.

4. Опыт повторить, устанавливая деталь на другие базовые штыри, расположенные на большем расстоянии друг от друга.

5. Определить, при каком расстоянии между штырями угол поворота детали будет минимальный.

6. Определить угол  $\alpha$  поворота детали по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_1 + S_2}{2L},$$

где  $S_1$  и  $S_2$  – зазоры между отверстиями детали и базовыми штырями приспособления;

$L$  – расстояние между штырями приспособления.

7. Сопоставить полученные расчетные и экспериментальные данные. Определить погрешность опыта и объяснить, чем она вызвана.

8. Найти величину угла  $\alpha$  поворота детали и определить его значение, приведенное к длине 100 мм.

9. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

### **Лабораторная работа №5**

**Тема: «Определение погрешности закрепления тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне и цанге»**

#### **Порядок выполнения работы**

1. Произвести замеры кольца: наружный и внутренний диаметр, а также ширину и толщину кольца. Полученные результаты внести в таблицу.

2. Установить кольцо в трехкулачковом патроне и зажать его с усилием, допускающим только упругую деформацию кольца.

3. Рассмотреть схему базирования кольца. Определить количество опорных точек и направление силового замыкания.

4. Определить радиальное биение внутренней поверхности кольца. Результаты измерения отразить точками на графике.

5. Переустановить кольцо в разжимную втулку и закрепить его в трехкулачковом патроне.

**Примечание:** При этом опыте необходимо сохранить такое же положение кольца по отношению к кулачкам патрона, какое было и в предыдущем опыте.

6. Определить радиальное биение внутренней поверхности кольца. Результаты измерения отразить точками на графике.

7. Сравнив графики по пунктам 4 и 6, и определить, в каком случае погрешность закрепления будет минимальной.

8. Установить возможное отклонение от цилиндрической внутренней поверхности кольца при двух способах закрепления.

9. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

### **Лабораторная работа №6**

**Тема: «Исследование технологической точности токарного станка»**

#### **Порядок выполнения работы**

- ***Контроль радиального биения шпинделя станка***

1. Установить и закрепить заготовку (рис. 5.1) в трехкулачковый патрон токарного станка.
2. Закрепить стойку с индикатором 2 в резцедержателе токарного станка.
3. Подвести резцедержатель к заготовке 1 так, чтобы щуп индикатора 2 коснулся ее поверхности. Обеспечить натяг щупа индикатора не менее 0,2 мм.
4. Медленно поворачивая заготовку найти точку, где отклонение стрелки индикатора будет наибольшим. Отметить эту точку на измеряемой поверхности. Нанести дополнительно три риски через каждые 90°. Установить стрелку индикатора на нуль.
5. Произвести запись отклонений в каждой из четырех отмеченных точек с указанием знака отклонения («+» в сторону увеличения по отношению к нулю, «-» в сторону уменьшения).
6. Определить максимальную разность в показаниях индикатора.

- ***Контроль непараллельности оси вращения шпинделя направляющим станка***

1. Подвести щуп индикатора 2 к поверхности заготовки 1 вблизи токарного патрона (не далее 20 мм).
2. Повернуть заготовку так, чтобы наиболее высокая точка находилась напротив индикатора. Установить индикатор на нуль.
3. Через каждые 20 мм нанести риски по всей длине заготовки.
4. Передвигая медленно суппорт станка в продольном направлении определить отклонение индикатора в каждой из отмеченных точек. Результаты измерений занести в протокол.
5. Определить максимальную разность в показаниях индикатора.
6. Переустановить индикатор так, чтобы он коснулся поверхности заготовки в верхнем положении.
7. Повторить п.п. 2,3,4,5 и получить значение непараллельности в оси шпинделя в вертикальном направлении.
8. По уравнению (3.3) определить приращение радиуса обрабатываемой поверхности для заданных заготовок (Ø85 и Ø15).

- ***Контроль перпендикулярности оси шпинделя направляющим ползуна каретки***

1. С помощью струбцины 3 (рис. 5.2) закрепить на заготовке 1 угольник 4. Повернуть заготовку так, чтобы угольник находился в горизонтальном положении.
2. Подвести щуп индикатора к измерительной поверхности угольника вблизи основания. Индикатор установить на нуль.
3. Перевести резцедержатель в поперечном направлении на 100 мм и определить показания индикатора в данном положении.
4. Рассчитать по формуле (5.4) приращение длины.

• **Контроль смещения оси задней бабки**

1. С помощью струбцины 5 (рис. 5.3) закрепить стойку 3 индикатора 2 на заготовке 1.
2. Установить щуп индикатора 2 на поверхности центра в горизонтальном положении. Индикатор установить на нуль.
3. Повернуть заготовку с индикатором на  $180^\circ$  и определить отклонения индикатора.
4. По формуле (5.1) определить конусность обрабатываемой поверхности, вызванную смещением оси задней бабки.

• **Обработка опытных данных**

1. Величина погрешности формы заготовки должна быть меньше или равна допуску на размер обрабатываемой поверхности. Учитывая, что кроме геометрической погрешности станка на точность получаемых размеров оказывает влияние большое число факторов (жесткость системы СПИЗ, износ инструмента и т.п.) принимаются пределы отклонений формы заготовки, равные половине допуска на размер обрабатываемой поверхности.

Таким образом, сравниваем двойное значение с допуском на обрабатываемый размер и выбираем из таблицы 5.1.

Таблица 5.1.

Величина допустимых отклонений в микрометрах

интервал \ квалитет	5	6	7	8	9	10
10 – 18	8	11	18	27	43	70
80 – 120	15	22	35	54	87	140

2. Определить максимально возможный квалитет точности *ISO*, обработка согласно которому может быть обеспечена на данном станке.

3. В выводах даются обновленные расчетом ответы на поставленные в задании вопросы и разрабатываются мероприятия по повышению точности обработки заготовок на данном станке.

### Лабораторная работа №7

Тема: «Сравнительные исследования точности обработки конусных поверхностей различными способами»

#### Порядок выполнения работы

- **Обработка конуса путем поворота верхних салазок суппорта**

1. Установить и закрепить заготовку в токарный патрон.
2. Повернуть верхние салазки токарного суппорта на угол  $5^\circ$ .
3. Протянуть конусную поверхность заготовки длиной 20...30 мм за несколько проходов с использованием ручной подачи.
4. Раскрепить заготовку и с помощью синусной линейки измерить угол получившейся конусной поверхности. Схема измерения показана на рис. 6.1.

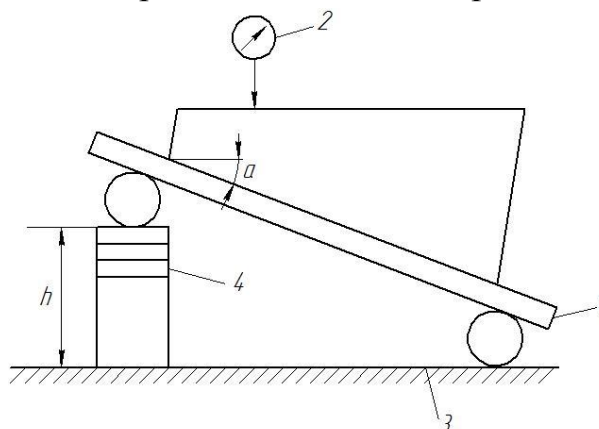


Рис. 6.1. Схема измерения угла конусной поверхности:

1 – синусная линейка; 2 – индикатор; 3 – основание; 4 – набор концевых мер

Измерения производятся следующим образом: обработанную заготовку установить образующей конуса на поверхность синусной линейки 1. С помощью индикатора 2 проконтролировать параллельность образующей конуса относительно основания 3. Фиксация линейки на высоте  $h$  под углом  $\alpha$  производится с помощью набора концевых мер 4. Угол конуса определяется из выражения:

$$\alpha = \arcsin a ; \sin a = \frac{h}{2 \cdot 100} .$$

- **Обработка конуса путем смещения задней бабки**

1. Сместить заднюю бабку в горизонтальном направлении на 8,75 мм, используя индикатор, установленный на стойке.
2. Установить заготовку длиной 100 мм в центрах токарного станка.
3. Обточить конусную поверхность надлину 20...30 мм.
4. Определить угол конуса заготовки с помощью синусной линейки.

• **Обработка конуса фасонным широким резцом**

1. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.
2. Обеспечить перпендикулярность резца относительно оси вращения заготовки, используя угольник.
3. Обточить конус фасонным резцом, используя только поперечную подачу.
4. Измерить угол конуса, обработанного фасонным резцом с помощью синусной линейки.

Сделать выводы, сравнить результаты измерения углов конусной поверхности заготовки, обработанной разными методами. Определить наиболее точный метод обработки, а также преимущества и недостатки каждого метода.

### **Лабораторная работа №8**

**Тема: «Определение жесткости металлорежущих станков»**

**Порядок выполнения работы**

**Порядок выполнения работы**

• **Определение жесткости станка статическим методом**

1. Установить и закрепить оправку в шпинделе станка.
2. Произвести нагружение шпинделя токарно-винторезного, вертикально-фрезерного и вертикально-сверлильного станков с интервалом в 250Н, используя динамометры типа ДСМ-3 и ДСМ-1.
3. Зафиксировать смещение шпинделя станка с помощью индикатора и результаты занести в протокол.
4. Снять нагрузку со шпинделя в порядке, обратном указанному в п.2.
5. Опыт повторить пять раз. Показания индикатора в каждом отдельном случае занести в протокол.
6. Построить диаграмму «нагрузка – перемещение» в координатной сетке в произвольном масштабе.
7. Определить среднюю жесткость шпинделя по формуле:

$$j = \frac{\sum_{i=1}^n j_i}{n_i}, \quad (7.1)$$



Где  $j_i = \frac{P_{yi}}{y_i}$ ;  $n$  – количество опытов,  $i = 1 \dots n$ .

• **Определение жесткости станка динамическим методом**

1. Настройка станка для проведения опыта производится также, как и при статическом методе.
2. Включить станок на среднюю скорость вращения шпинделя исходя из нормального ряда скоростей станка.
3. Произвести нагружение шпинделя токарно-винторезного, вертикально-фрезерного и вертикально-сверлильного станков с интервалом в 250Н, используя динамометры типа ДСМ-3 и ДСМ-1.
4. Зафиксировать смещение шпинделя станка с помощью индикатора и результаты занести в протокол.
5. Снять нагрузку со шпинделя в порядке, обратном указанному в п.3.
6. Опыт повторить пять раз. Показания индикатора в каждом отдельном случае занести в протокол.
7. Построить диаграмму «нагрузка – перемещение» в координатной сетке в произвольном масштабе.
8. Определить среднюю жесткость шпинделя по формуле (7.1).

• **Определение жесткости станка производственным методом**

1. Установить и закрепить заготовку со ступенчатой обрабатываемой поверхностью на заданном станке.
2. Исходя из заданных преподавателем размеров, материала и вида заготовки, а также шероховатости поверхности и материала инструмента, назначить по нормативам режимы резания.
3. Установить на станке выбранные в п. 2 режимы резания.
4. На выбранных режимах за один проход обработать заготовку, приняв глубину резания на первой восходящей ступени равной 0,5 мм.
5. С помощью микрометра определить величину измерения размера заготовки в местах перехода от одной глубины резания к другой.
6. По принятым значениям режимов резания определить усилие резания по формулам теории резания:

а) для токарно-винторезного и вертикально-сверлильного станков:

$$P_y = 10C_p t^x S^y V^n K_p ,$$

где  $C_p = 243$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,6$ ;  $n = -0,3$ ;  $K_p' = 0,75$ .

б) для фрезерного:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} \cdot K_{mp},$$

где  $C_p = 825$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = 1,1$ ;  $q = 1,3$ ;  $w = 0,2$ ;  $K_{mp} = 0,3$ .

7. По найденным в п. 7 статического метода  $P_y$  и  $j$  определить среднюю жесткость шпинделя станка.

8. Зная жесткость  $j$  шпинделя, определить среднее смещение шпинделя станка по формуле:

$$y = \frac{P_y}{j}$$

9. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

### **Лабораторная работа №9**

**Тема: «Определение погрешности настройки металлорежущих станков»**

**Порядок выполнения работы**

**Порядок выполнения работы**

**• *Определение погрешности настройки станка в зависимости от установки инструмента на размер по лимбу***

1. Подвести измерительную опорную площадку до соприкосновения со щупом индикатора, обеспечив при этом натяг 3 мм.
2. Установить лимб станка в нулевое положение.
3. Путем поворота рукоятки с лимбом на один оборот отвести измерительную площадку от индикатора.
4. Подвести повторно измерительную площадку к индикатору, установив лимб в прежнее положение.
5. Записать новое показание индикатора в отчет.
6. Повторить 25 раз пункты 4,5,6.

**• *Определение погрешности настройки станка в зависимости от установки инструмента на размер по эталону***

1. Установить и закрепить эталон на станке.
2. Подвести инструмент до соприкосновения с эталоном. Подвести индикатор до соприкосновения с измерительной площадкой.
3. Установить шкалу его на «нуль», обеспечив натяг 3 мм.
4. Путем поворота рукоятки с лимбом на один оборот отвести инструмент от эталона.
5. Подвести повторно инструмент к эталону и записать новые показания индикатора в отчет.

6. Повторить 25 раз пункты 4,5.

• **Определение погрешности настройки станка в зависимости от установки инструмента на размер по жесткому упору**

1. Установить жесткий упор между измерительной площадкой и неподвижной опорой на станке.

2. Подвести измерительную площадку до соприкосновения ее с жестким упором.

3. Установить индикатор таким образом, чтобы его щуп касался инструмента, установить индикатор на «нуль», обеспечив натяг в 3 мм.

4. Путем поворота рукоятки с лимбом на один оборот отвести измерительную площадку от жесткого упора.

5. Повторно подвести к жесткому упору и записать новые показания индикатора в отчет.

6. Повторить 25 раз пункты 4,5.

• **Обработка опытных данных**

1. Определить для каждого способа настройки поле рассеяния размеров по формуле:

$$\omega = x_{max} - x_{min},$$

где  $x_{max}$ ,  $x_{min}$  – максимальные и минимальные показания индикатора при конкретной установке заготовок;

2. Определить среднеарифметическое значение показаний индикатора для каждого метода установки по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i k_i,$$

где  $k_i$  – частота значений одинаковых показаний индикатора;

$n$  – число показаний индикатора.

3. Определить среднеквадратическое отклонение размеров заготовки по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum k_i (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

4. Определить метод настройки станка, обеспечивающий минимальное отклонение среднеквадратической величины рассмотренных случаев;

5. Оформить отчет и сделать выводы по работе

**Лабораторная работа №10**

## Тема: «Определение надежности построения технологического процесса по точности механообработки»

### Порядок выполнения работы

1. Обработать исследуемую партию заготовок деталей на следующих станках.

2. Микрометром измерить фактические размеры каждой из обрабатываемых поверхностей. С целью уменьшения погрешностей, измерение размеров каждой заготовки необходимо произвести в трех сечениях и определить средний размер:

$$a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}.$$

3. Построить точечную диаграмму. Для этого в горизонтальном направлении отложить номера деталей, а в вертикальном – их размеры.

4. Определить поле рассеяния размеров деталей по формуле:

$$\omega = a_{\max} + a_{\min}.$$

где  $a_{\max}$  и  $a_{\min}$  - максимальный и минимальный размер деталей, мм.

5. Выбрав количество  $n$  интервалов, равное 5 – 8 шт., определить цену деления каждого интервала по формуле:

$$C = \frac{\omega}{n}.$$

6. Результаты замеров сгруппировать в порядке возрастания значений, проведя их разбивку на группы через определенные интервалы размеров и записать в таблицу 9.2.

Таблица 9.2

№ интервала	Интервал размеров	Средний размер интервала	Частота	$x_i = L_i - L_{cp}$	$x_i^2 = (L_i - L_{cp})^2$
1	$x_{\min} \div x_{\min} + C$				
2	$x_{\min} + C \div x_{\min} + 2C$				
3	...				
4	$x_{\max} - C \div x_{\max}$				
Сумма					

7. Построить график распределения фактических размеров, т.е. полигон их распределения. Для этого по оси абсцисс следует отложить интервалы размеров деталей, а по оси ординат – частоту. Соединяя точки середин интервалов, получим ломанную кривую распределения фактических размеров.

8. Определить среднее отклонение случайной величины по формуле:

$$L_{cp} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i m_i}{n},$$

где  $L_i$  - средний размер интервала, мм;

$m_i$  - количество деталей в данном интервале, шт;

$n$  - общее количество деталей, шт.

9. Вычислить  $x_i$  и  $x_i^2$  и занести в таблицу 6.2.

$$x_i = L_i - L_{cp}.$$

10. Определить среднее квадратичное отклонение по формуле:

$$\sigma_{cp} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 m_i}{n}}.$$

11. По полученным точкам построить кривую нормального распределения, совмещая ее с кривой фактического распределения размеров. Для этого, на графике провести прямую, параллельную оси ординат через точку, соответствующую  $L_{cp}$ . Высота прямой определяется по формуле:

$$y_{\max} = 0,4 \frac{Cn}{\sigma}, \text{ (дет)}$$

Где  $C$  – цена интервала;

$n$  – общее число деталей в партии.

Вправо и влево от прямой  $L_{cp}$  откладываем точки перегиба  $x = \pm\sigma$ ;  $y = 0,6Y_{\max}$ , затем точки подхода кривой к оси абсцисс  $x = \pm\sigma$ ;  $y = 0$ . Полученные точки соединяем плавной кривой.

12. Определить поле допуска на обрабатываемую поверхность (поле задается преподавателем или выбирается из чертежа детали).

13. На полученный график с сохранением масштаба нанести заданное поле допуска и определить наименьший допустимый размер  $x_{\min}$  и наибольший допустимый размер  $x_{\max}$ .

14. Определить точность техпроцесса механообработки по формуле:

$$\mu = \frac{6\sigma}{\delta},$$

где  $\delta$  – поле допуска на размер.

Если  $\mu=1$  – точность техпроцесса удовлетворительная, при  $\mu < 1$  – точность техпроцесса соответствует требованиям, при  $\mu > 1$  – точность техпроцесса неприемлема.

15. Определить коэффициент точности настройки станка по формулам:

$$l_{\phi} = \frac{L_{cp} - x_{cp}}{\delta},$$

где  $l_\phi$  - фактический коэффициент точности настройки станка;  
 $x_{cp}$  - средний размер, соответствующий середине поля допуска.

$$x_{cp} = \frac{x_{max} + x_{min}}{2} ;$$

$$l_\phi = \frac{1 - \mu}{2} ,$$

где  $l_\phi$  - допустимый коэффициент точности настройки станка.

Если  $l_\phi \leq l_\phi$ , то настройка удовлетворительная, если  $l_\phi > l_\phi$ , то настройка неудовлетворительная и возможен брак обработки.

16. Определить вероятный процент брака обработки по формуле:

$$q = [0,5 - \Phi(z)] \cdot 100 ,$$

где  $\Phi(z)$  – функция Лапласа, определяется по значению величины  $z$  из таблицы значений интервала вероятности (табл.9.3)

$$z = \frac{0,5\delta + E}{\sigma} ,$$

где  $E = L_{cp} - x_{cp}$  - величина смещения центра настройки.

Таблица 9.3

Значение интервала вероятности

$z$	$\Phi(z)$	$z$	$\Phi(z)$	$z$	$\Phi(z)$
0,0	0,0000	1,02	0,3849	2,4	0,4918
0,1	0,0389	1,3	0,4032	2,5	0,4938
0,2	0,0792	1,4	0,4193	2,6	0,4954
0,3	0,1179	1,5	0,4332	2,7	0,4966
0,4	0,1554	1,6	0,4452	2,8	0,4975
0,5	0,1915	1,7	0,4554	2,9	0,4982
0,6	0,2258	1,8	0,4641	3,0	0,4986
0,7	0,2581	1,9	0,4713	3,1	0,49868
0,8	0,2882	2,0	0,4773	3,2	0,49931
0,9	0,3159	2,1	0,4822	3,3	0,49952
1,0	0,3414	2,2	0,4861	3,4	0,49962
1,1	0,3644	2,3	0,4893	3,5	0,49972

17. Определить допуск на настройку упругой технологической системы по формуле:

$$\Delta_H = 2l_\phi \delta$$

18. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

### Фонды оценочных средств по дисциплине «Основы технологии машиностроения»

#### Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

64. Дайте характеристику назначения станков: токарного, сверлильного, фрезерного, шлифовального.

65. Укажите основные технологические возможности рассматриваемых станков.
66. Перечислите основные характеристики рассматриваемых станков.
67. Какие технологические операции механической обработки возможно производить на рассматриваемом оборудовании, и какой режущий инструмент при этом применяется?
68. Какой квалитет точности и класс шероховатости обрабатываемой поверхности обеспечивается на рассматриваемом оборудовании?
69. Каковы основные принципы классификации металлорежущих станков.
70. Что такое базирование в технологии машиностроения?
71. Дайте определение базы, используемое в теории базирования.
72. Что такое комплект баз?
73. Дайте характеристику схеме базирования призматических заготовок.
74. Дайте определение термину «опорная точка» и уточните, что она символизирует.
75. Сформулируйте правило шести точек как основное в теории базирования.
76. Какие случаи базирования рассматриваются в технологии машиностроения и чем они характеризуются?
77. Что такое схема базирования?
78. Какой элемент поверхности вала при его базировании называют двойной направляющей базой?
79. Назовите приспособление, которое используется для базирования цилиндрической заготовки.
80. Уточните, скольких степеней свободы лишается цилиндрическая заготовка при использовании двойной направляющей базы.
81. Дайте определение опорной базе при базировании вала в установочной призме.
82. В сочетании с какими конструктивными элементами используются установочные призмы при базировании вала и для чего это делается?
83. В качестве какой базы выступает поверхность шпоночного паза вала при его базировании в установочной призме?
84. Скажите, каким параметром характеризуется установочная призма. Назовите ряд величин этого параметра для традиционно применяемых призм.
85. Уточните, в какой зависимости находится величина угла между базовыми поверхностями призмы и величина погрешности при базировании в ней вала.

86. Скажите, какой пример базирования имеет место при базировании втулки на оправке и почему.
87. Уточните, скольких степеней свободы лишается втулка, помещенная на длинную оправку.
88. Какую роль играет силовое замыкание при базировании втулки на оправке?
89. Дайте характеристику примерам полного и неполного базирования.
90. Проанализируйте схему базирования тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне. Укажите расположение опорных точек.
91. Аналогом какого классического приспособления для базирования деталей является конструкция трехкулачкового патрона токарного станка?
92. Объясните назначение цанги при базировании тонкостенного кольца. Какое влияние оказывает это приспособление на точность геометрической формы кольца?
93. К какому примеру базирования можно отнести базирование корпусной детали на плоскость и два отверстия? Укажите расположение опорных точек на плоскостях заготовки.
94. Дайте классификацию баз, принятую в технологии машиностроения.
95. Дайте определение принципам совмещения и постоянства баз.
96. В результате каких отдельных погрешностей формируется суммарная погрешность установки детали в приспособлении?
97. Укажите пути уменьшения погрешностей базирования и закрепления.
98. Как зависит погрешность базирования корпусной детали от расстояния между установочными пальцами?
99. На каком расстоянии устанавливается индикатор при определении погрешности базирования корпусной детали?
100. Какими способами можно обработать конусные поверхности на токарных станках?
101. Из каких основных элементов состоит конусная линейка? Как настроить конусную линейку на обрабатываемую заготовку?
102. Какими инструментами измеряют конусные поверхности?
103. Что такое жесткость упругой технологической системы СПИЗ?
104. Дайте количественную оценку жесткости технологической системы.
105. Какими методами определяется жесткость технологической системы?
106. Как определяется суммарная жесткость технологической системы?
107. Уточните причины несовпадения нагрузочной и разгрузочной



кривых отжати́й?

108. Каков механизм влияния жесткости на точность обработки?
109. В чем состоит сущность определения жесткости технологической системы производственным методом?
110. Как уменьшить влияние податливости на точность обработки?
111. С какой целью проводится техническое нормирование на машиностроительных предприятиях?
112. Дайте определение терминам «штучное время», «машинное время».
113. Из каких составляющих складывается норма штучного времени?
114. От каких факторов зависит основное время?
115. Что такое вспомогательное время? Из каких комплексов состоит вспомогательное время при выполнении фрезерных операций?
116. Из каких затрат времени складывается время обслуживания рабочего места?
117. По каким формулам рассчитываются затраты времени на организационно-техническое обслуживание и естественные надобности при техническом обслуживании?
118. В какой последовательности ведутся расчеты нормы штучного времени при нормировании фрезерных работ?
119. С какой целью проводится хронометраж? Какие виды хронометража существуют?
120. Уточните основные положения организации технологических процессов сборки изделий.
121. Какова последовательность разработки технологического процесса сборки изделий?
122. Каким образом составляется циклограмма сборки изделий?
123. Согласно каким правилам оформляется документация на технологический процесс сборки изделий?
124. Что такое узел, подузел, деталь, сборочная единица?
125. Что такое плотность и такт сборки?
126. Дайте характеристику принципам разработки схемы сборки.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*комбинированный контроль усвоения теоретического материала*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным)

	аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### **Задания по практическим занятиям:**

1. Определить годовую программу, которую обеспечит автоматическая линия при обработке деталей с тактом 2,41 мин. Режим работы двухсменный.

2. Определить средний коэффициент загрузки станков, установленных на участке, если продолжительность операций, выполняемых на этих станках, соответственно равна: 1,8 мин., 4,03 мин., 2,29 мин., 1,9 мин., 1,75 мин. Такт выпуска деталей – 2,4. дет.

3. На поточной линии обрабатываются 128000 деталей в год. Определить такт и ритм поточной линии при двухсменном режиме работы.

4. При обработке детали (шлифование внутреннего размера Т-образного паза) обеспечить допуск 0,012 мм существующей наладкой сложно. Экономически выгодно было бы мириться с браком до 3% изготавливаемых деталей. Определить какое поле рассеяния можно применить при новой наладке, если 3% брака учитывать, как неисправимый.

5. На переменнo-поточной линии обрабатываются 4 детали. Годовая программа выпуска составляет соответственно: 5000 шт., 10000 шт., 12000 шт., 15000 шт. Суммарное время обработки этих деталей соответственно: 24 мин., 12 мин., 7 мин., 6 мин. Определить такт и ритм переменнo-поточной линии при двухсменном режиме работы.

### **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – задания по практическим занятиям**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### **Лабораторные работы**

## **Лабораторная работа №1**

### **Тема: «Технологические возможности и технические характеристики металлорежущих станков»**

#### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить компоновку станков, а также назначение их основных составных частей и исполнительных механизмов.
2. Ознакомиться с техническими характеристиками станков.
3. Изучить кинематику движений основных исполнительных механизмов.
4. Изучить виды работ, выполняемых на станках, и ознакомиться с режущим инструментом, применяемым для данных технологических операций.
5. Определить качество точности и качество поверхности при обработке различных технологических операциях.
6. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

## **Лабораторная работа №2**

### **Тема: «Определение погрешности базирования валов в призмах»**

#### **Порядок выполнения работы**

12. Рассмотреть заданную схему базирования вала в призме.
13. С помощью микрометра произвести измерение наружной поверхности каждого из пяти гладких валов.
14. Определить поле рассеивания размеров по формуле:

$$\omega = D_{\max} - D_{\min} ,$$

где  $D_{\max}$  и  $D_{\min}$  – максимальный и минимальный размер вала.

15. В закрепленную на контрольной плите призму, имеющую угол  $\alpha$  наклона установочных поверхностей, равный  $120^\circ$ , установить вал с минимальным диаметром и подвести к его поверхности индикатор, смонтированный на стойке. Шкалу индикатора установить в нулевое положение.

16. Поочередно устанавливая валы в призму, с помощью индикатора определить отклонение размера от контрольной плиты до наивысшей точки, образующей вала.

17. Повторить опыт, используя призмы с углом  $\alpha$  наклона установочных поверхностей, равным  $90^\circ$  и  $60^\circ$ .

18. Рассмотреть схему базирования вала. Определить базовые поверхности и количество степеней свободы, которых лишилась заготовка, а также уточнить направление силового замыкания. Пояснить, какому виду перемещения заготовки препятствует каждая опорная точка.

19. Определить, при каком значении угла призмы погрешность базирования вала будет наименьшей. Ответ записать в выводах.

20. Рассчитать погрешность базирования вала по формуле:

$$\Delta_B = T_D \frac{1 + \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}},$$

где  $\alpha$  – угол призмы ( $\sin 60^\circ = 0,866$ ;  $\sin 45^\circ = 0,707$ ;  $\sin 30^\circ = 0,5$ );

$T_D$  – допуск на диаметр валов, принимается равным  $\omega$ .

21. Сравнить расчетные данные с экспериментальными, установить погрешность эксперимента и объяснить, чем она вызвана. Дать заключение, при каких условиях выполнима поставленная задача.

22. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

### **Лабораторная работа №3**

**Тема: «Базирование втулок на жесткую и разжимную оправки»**

#### **Порядок выполнения работы**

1. С помощью штангенциркуля измерить внутренние диаметры втулок и наружный диаметр жесткой оправки.

2. Определить поле рассеивания размеров втулок и оправок, приняв его за допуск на изготовление детали.

$$\omega = D_{\max} - D_{\min}.$$

3. Установить, между поверхностями какой из втулок и оправок, будет иметь место минимальный и максимальный зазор:

$$B_{\min} = D_{\text{втулки}\min} - D_{\text{оправки}\max};$$

$$B_{\max} = D_{\text{втулки}\max} - D_{\text{оправки}\min}.$$

4. Определить погрешность базирования по формуле:

$$\Delta_B = B_{\min} + T_1 + T_2,$$

где  $B_{\min}$  – минимальный зазор;

$T_1$  – допуск на оправку;

$T_2$  – допуск на отверстие во втулке.

5. Рассмотреть схему базирования втулки. Определить базовые поверхности и количество точек опоры, а также направление силового замыкания.

6. Установить втулку на оправку и закрепить. Затем втулку с оправкой установить в центрах. Опыт выполнить поочередно для оправки и втулки с зазорами  $B_{\min}$  и  $B_{\max}$ .

7. С помощью смонтированного на стойке индикатора определить радиальное биение наружной поверхности втулки, которое отражает величину погрешности базирования втулки на оправке.

8. Переустановить втулку на разжимную оправку и определить радиальное биение наружной поверхности втулки.

9. Определить, при каком способе базирования погрешность установки втулки будет иметь наименьшую величину.

10. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

## **Лабораторная работа №4**

**Тема: «Базирование корпусных деталей на плоскость и два отверстия»**

### **Порядок выполнения работы»**

1. В корпусной детали измерить диаметры базовых отверстий и расстояние между ними, а также диаметры установочных штырей на приспособлении.
2. Установить деталь в приспособление, определив количество опорных точек и их расположение.
3. Подвести индикатор к корпусной детали перпендикулярно линии, проходящей через оси базовых штырей, и сместить деталь на величину зазора между штырями и отверстиями в детали.
4. Опыт повторить, устанавливая деталь на другие базовые штыри, расположенные на большем расстоянии друг от друга.
5. Определить, при каком расстоянии между штырями угол поворота детали будет минимальный.
6. Определить угол  $\alpha$  поворота детали по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_1 + S_2}{2L},$$

где  $S_1$  и  $S_2$  – зазоры между отверстиями детали и базовыми штырями приспособления;

$L$  – расстояние между штырями приспособления.

7. Сопоставить полученные расчетные и экспериментальные данные. Определить погрешность опыта и объяснить, чем она вызвана.
8. Найти величину угла  $\alpha$  поворота детали и определить его значение, приведенное к длине 100 мм.
9. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

## **Лабораторная работа №5**

**Тема: «Определение погрешности закрепления тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне и цанге»**

### **Порядок выполнения работы**

1. Произвести замеры кольца: наружный и внутренний диаметр, а также ширину и толщину кольца. Полученные результаты внести в таблицу.
2. Установить кольцо в трехкулачковом патроне и зажать его с усилием, допускающим только упругую деформацию кольца.
3. Рассмотреть схему базирования кольца. Определить количество опорных точек и направление силового замыкания.
4. Определить радиальное биение внутренней поверхности кольца. Результаты измерения отразить точками на графике.
5. Переустановить кольцо в разжимную втулку и закрепить его в трехкулачковом патроне.

**Примечание:** При этом опыте необходимо сохранить такое же положение кольца по отношению к кулачкам патрона, какое было и в предыдущем опыте.

6. Определить радиальное биение внутренней поверхности кольца. Результаты измерения отразить точками на графике.

7. Сравнив графики по пунктам 4 и 6, и определить, в каком случае погрешность закрепления будет минимальной.

8. Установить возможное отклонение от цилиндрической внутренней поверхности кольца при двух способах закрепления.

9. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

### **Лабораторная работа №6**

**Тема: «Исследование технологической точности токарного станка»**

#### **Порядок выполнения работы**

- ***Контроль радиального биения шпинделя станка***

1. Установить и закрепить заготовку (рис. 5.1) в трехкулачковый патрон токарного станка.

2. Закрепить стойку с индикатором 2 в резцедержателе токарного станка.

3. Подвести резцедержатель к заготовке 1 так, чтобы щуп индикатора 2 коснулся ее поверхности. Обеспечить натяг щупа индикатора не менее 0,2 мм.

4. Медленно поворачивая заготовку найти точку, где отклонение стрелки индикатора будет наибольшим. Отметить эту точку на измеряемой поверхности. Нанести дополнительно три риски через каждые 90°. Установить стрелку индикатора на нуль.

5. Произвести запись отклонений в каждой из четырех отмеченных точек с указанием знака отклонения («+» в сторону увеличения по отношению к нулю, «-» в сторону уменьшения).

6. Определить максимальную разность в показаниях индикатора.

- ***Контроль непараллельности оси вращения шпинделя направляющим станка***

1. Подвести щуп индикатора 2 к поверхности заготовки 1 вблизи токарного патрона (не далее 20 мм).

2. Повернуть заготовку так, чтобы наиболее высокая точка находилась напротив индикатора. Установить индикатор на нуль.

3. Через каждые 20 мм нанести риски по всей длине заготовки.

4. Передвигая медленно суппорт станка в продольном направлении определить отклонение индикатора в каждой из отмеченных точек. Результаты измерений занести в протокол.
5. Определить максимальную разность в показаниях индикатора.
6. Переустановить индикатор так, чтобы он коснулся поверхности заготовки в верхнем положении.
7. Повторить п.п. 2,3,4,5 и получить значение непараллельности в оси шпинделя в вертикальном направлении.
8. По уравнению (3.3) определить приращение радиуса обрабатываемой поверхности для заданных заготовок ( $\varnothing 85$  и  $\varnothing 15$ ).

**• Контроль перпендикулярности оси шпинделя направляющим ползуна каретки**

1. С помощью струбцины 3 (рис. 5.2) закрепить на заготовке 1 угольник 4. Повернуть заготовку так, чтобы угольник находился в горизонтальном положении.
2. Подвести щуп индикатора к измерительной поверхности угольника вблизи основания. Индикатор установить на нуль.
3. Перевести резцедержатель в поперечном направлении на 100 мм и определить показания индикатора в данном положении.
4. Рассчитать по формуле (5.4) приращение длины.

**• Контроль смещения оси задней бабки**

1. С помощью струбцины 5 (рис. 5.3) закрепить стойку 3 индикатора 2 на заготовке 1.
2. Установить щуп индикатора 2 на поверхности центра в горизонтальном положении. Индикатор установить на нуль.
3. Повернуть заготовку с индикатором на  $180^\circ$  и определить отклонения индикатора.
4. По формуле (5.1) определить конусность обрабатываемой поверхности, вызванную смещением оси задней бабки.

**• Обработка опытных данных**

1. Величина погрешности формы заготовки должна быть меньше или равна допуску на размер обрабатываемой поверхности. Учитывая, что кроме геометрической погрешности станка на точность получаемых размеров оказывает влияние большое число факторов (жесткость системы СПИЗ, износ

инструмента и т.п.) принимаются пределы отклонений формы заготовки, равные половине допуска на размер обрабатываемой поверхности.

Таким образом, сравниваем двойное значение с допуском на обрабатываемый размер и выбираем из таблицы 5.1.

Таблица 5.1.

Величина допустимых отклонений в микрометрах						
интервал \ квалитет	5	6	7	8	9	10
10 – 18	8	11	18	27	43	70
80 – 120	15	22	35	54	87	140

2. Определить максимально возможный квалитет точности *ISO*, обработка согласно которому может быть обеспечена на данном станке.

3. В выводах даются обновленные расчетом ответы на поставленные в задании вопросы и разрабатываются мероприятия по повышению точности обработки заготовок на данном станке.

### Лабораторная работа №7

#### Тема: «Сравнительные исследования точности обработки конусных поверхностей различными способами»

#### Порядок выполнения работы

##### • Обработка конуса путем поворота верхних салазок суппорта

1. Установить и закрепить заготовку в токарный патрон.
2. Повернуть верхние салазки токарного суппорта на угол  $5^\circ$ .
3. Протянуть конусную поверхность заготовки длиной 20...30 мм за несколько проходов с использованием ручной подачи.
4. Раскрепить заготовку и с помощью синусной линейки измерить угол получившейся конусной поверхности. Схема измерения показана на рис. 6.1.

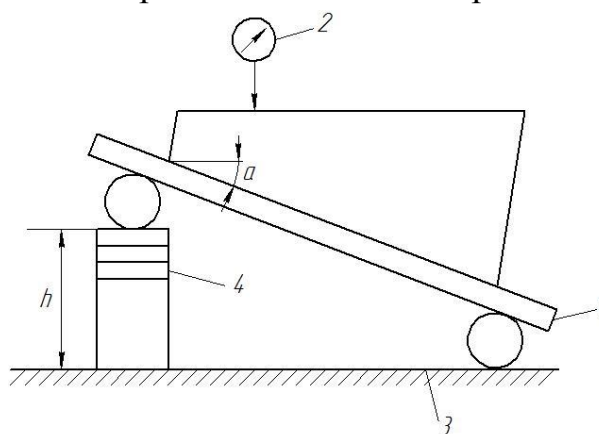


Рис. 6.1. Схема измерения угла конусной поверхности:



*1 – синусная линейка; 2 – индикатор; 3 – основание; 4 – набор концевых мер*

Измерения производятся следующим образом: обработанную заготовку установить образующей конуса на поверхность синусной линейки 1. С помощью индикатора 2 проконтролировать параллельность образующей конуса относительно основания 3. Фиксация линейки на высоте  $h$  под углом  $\alpha$  производится с помощью набора концевых мер 4. Угол конуса определяется из выражения:

$$\alpha = \arcsin a ; \sin a = \frac{h}{2 \cdot 100}.$$

- ***Обработка конуса путем смещения задней бабки***

1. Сместить заднюю бабку в горизонтальном направлении на 8,75 мм, используя индикатор, установленный на стойке.
2. Установить заготовку длиной 100 мм в центрах токарного станка.
3. Обточить конусную поверхность надлину 20...30 мм.
4. Определить угол конуса заготовки с помощью синусной линейки.

- ***Обработка конуса фасонным широким резцом***

1. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.
2. Обеспечить перпендикулярность резца относительно оси вращения заготовки, используя угольник.
3. Обточить конус фасонным резцом, используя только поперечную подачу.
4. Измерить угол конуса, обработанного фасонным резцом с помощью синусной линейки.

Сделать выводы, сравнить результаты измерения углов конусной поверхности заготовки, обработанной разными методами. Определить наиболее точный метод обработки, а также преимущества и недостатки каждого метода.

### **Лабораторная работа №8**

**Тема: «Определение жесткости металлорежущих станков»**

**Порядок выполнения работы**

**Порядок выполнения работы**

- ***Определение жесткости станка статическим методом***

1. Установить и закрепить оправку в шпинделе станка.

2. Произвести нагружение шпинделя токарно-винторезного, вертикально-фрезерного и вертикально-сверлильного станков с интервалом в 250Н, используя динамометры типа ДСМ-3 и ДСМ-1.

3. Зафиксировать смещение шпинделя станка с помощью индикатора и результаты занести в протокол.

4. Снять нагрузку со шпинделя в порядке, обратном указанному в п.2.

5. Опыт повторить пять раз. Показания индикатора в каждом отдельном случае занести в протокол.

6. Построить диаграмму «нагрузка – перемещение» в координатной сетке в произвольном масштабе.

7. Определить среднюю жесткость шпинделя по формуле:

$$j = \frac{\sum_{i=1}^n j_i}{n_i}, \quad (7.1)$$

Где  $j_i = \frac{P_{yi}}{y_i}$ ;  $n$  – количество опытов,  $i = 1 \dots n$ .

#### • *Определение жесткости станка динамическим методом*

1. Настройка станка для проведения опыта производится также, как и при статическом методе.

2. Включить станок на среднюю скорость вращения шпинделя исходя из нормального ряда скоростей станка.

3. Произвести нагружение шпинделя токарно-винторезного, вертикально-фрезерного и вертикально-сверлильного станков с интервалом в 250Н, используя динамометры типа ДСМ-3 и ДСМ-1.

4. Зафиксировать смещение шпинделя станка с помощью индикатора и результаты занести в протокол.

5. Снять нагрузку со шпинделя в порядке, обратном указанному в п.3.

6. Опыт повторить пять раз. Показания индикатора в каждом отдельном случае занести в протокол.

7. Построить диаграмму «нагрузка – перемещение» в координатной сетке в произвольном масштабе.

8. Определить среднюю жесткость шпинделя по формуле (7.1).

#### • *Определение жесткости станка производственным методом*

1. Установить и закрепить заготовку со ступенчатой обрабатываемой поверхностью на заданном станке.

2. Исходя из заданных преподавателем размеров, материала и вида заготовки, а также шероховатости поверхности и материала инструмента, назначить по нормативам режимы резания.

3. Установить на станке выбранные в п. 2 режимы резания.
4. На выбранных режимах за один проход обработать заготовку, приняв глубину резания на первой восходящей ступени равной 0,5 мм.
5. С помощью микрометра определить величину измерения размера заготовки в местах перехода от одной глубины резания к другой.
6. По принятым значениям режимов резания определить усилие резания по формулам теории резания:
  - а) для токарно-винторезного и вертикально-сверлильного станков:
 
$$P_y = 10C_p t^x S^y V^n K_p ,$$
 где  $C_p = 243$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,6$ ;  $n = -0,3$ ;  $K_p' = 0,75$ .
  - б) для фрезерного:
 
$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} \cdot K_{mp} ,$$
 где  $C_p = 825$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = 1,1$ ;  $q = 1,3$ ;  $w = 0,2$ ;  $K_{mp} = 0,3$ .
7. По найденным в п. 7 статического метода  $P_y$  и  $j$  определить среднюю жесткость шпинделя станка.
8. Зная жесткость  $j$  шпинделя, определить среднее смещение шпинделя станка по формуле:
 
$$y = \frac{P_y}{j}$$
9. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

### Лабораторная работа №9

**Тема: «Определение погрешности настройки металлорежущих станков»**

**Порядок выполнения работы**

**Порядок выполнения работы**

**• Определение погрешности настройки станка в зависимости от установки инструмента на размер по лимбу**

7. Подвести измерительную опорную площадку до соприкосновения со щупом индикатора, обеспечив при этом натяг 3 мм.
8. Установить лимб станка в нулевое положение.
9. Путем поворота рукоятки с лимбом на один оборот отвести измерительную площадку от индикатора.
10. Подвести повторно измерительную площадку к индикатору, установив лимб в прежнее положение.
11. Записать новое показание индикатора в отчет.
12. Повторить 25 раз пункты 4,5,6.

• **Определение погрешности настройки станка в зависимости от установки инструмента на размер по эталону**

7. Установить и закрепить эталон на станке.
8. Подвести инструмент до соприкосновения с эталоном. Подвести индикатор до соприкосновения с измерительной площадкой.
9. Установить шкалу его на «нуль», обеспечив натяг в 3 мм.
10. Путем поворота рукоятки с лимбом на один оборот отвести инструмент от эталона.
11. Подвести повторно инструмент к эталону и записать новые показания индикатора в отчет.
12. Повторить 25 раз пункты 4,5.

• **Определение погрешности настройки станка в зависимости от установки инструмента на размер по жесткому упору**

7. Установить жесткий упор между измерительной площадкой и неподвижной опорой на станке.
8. Подвести измерительную площадку до соприкосновения ее с жестким упором.
9. Установить индикатор таким образом, чтобы его щуп касался инструмента, установить индикатор на «нуль», обеспечив натяг в 3 мм.
10. Путем поворота рукоятки с лимбом на один оборот отвести измерительную площадку от жесткого упора.
11. Повторно подвести к жесткому упору и записать новые показания индикатора в отчет.
12. Повторить 25 раз пункты 4,5.

• **Обработка опытных данных**

1. Определить для каждого способа настройки поле рассеяния размеров по формуле:

$$\omega = x_{\max} - x_{\min},$$

где  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальные и минимальные показания индикатора при конкретной установке заготовок;

2. Определить среднеарифметическое значение показаний индикатора для каждого метода установки по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i k_i,$$

где  $k_i$  – частота значений одинаковых показаний индикатора;  
 $n$  – число показаний индикатора.

3. Определить среднеквадратическое отклонение размеров заготовки по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum k_i (x_i - x)^2}{n}}$$

4. Определить метод настройки станка, обеспечивающий минимальное отклонение среднеквадратической величины рассмотренных случаев;

5. Оформить отчет и сделать выводы по работе

### Лабораторная работа №10

#### Тема: «Определение надежности построения технологического процесса по точности механообработки»

#### Порядок выполнения работы

1. Обработать исследуемую партию заготовок деталей на следующих станках.

2. Микрометром измерить фактические размеры каждой из обрабатываемых поверхностей. С целью уменьшения погрешностей, измерение размеров каждой заготовки необходимо произвести в трех сечениях и определить средний размер:

$$a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}.$$

3. Построить точечную диаграмму. Для этого в горизонтальном направлении отложить номера деталей, а в вертикальном – их размеры.

4. Определить поле рассеяния размеров деталей по формуле:

$$\omega = a_{\max} - a_{\min}.$$

где  $a_{\max}$  и  $a_{\min}$  - максимальный и минимальный размер деталей, мм.

5. Выбрав количество  $n$  интервалов, равное 5 – 8 шт., определить цену деления каждого интервала по формуле:

$$C = \frac{\omega}{n}.$$

6. Результаты замеров сгруппировать в порядке возрастания значений, проведя их разбивку на группы через определенные интервалы размеров и записать в таблицу 9.2.

Таблица 9.2

№ интервала	Интервал размеров	Средний размер интервала	Частота	$x_i = L_i - L_{cp}$	$x_i^2 = (L_i - L_{cp})^2$
1	$x_{\min} \div x_{\min} + C$				
2	$x_{\min} + C \div x_{\min} + 2C$				

3	...				
4	$x_{\max} - C \div x_{\max}$				
Сумма					

7. Построить график распределения фактических размеров, т.е. полигон их распределения. Для этого по оси абсцисс следует отложить интервалы размеров деталей, а по оси ординат – частоту. Соединяя точки середин интервалов, получим ломанную кривую распределения фактических размеров.

8. Определить среднее отклонение случайной величины по формуле:

$$L_{cp} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i m_i}{n},$$

где  $L_i$  - средний размер интервала, мм;

$m_i$  - количество деталей в данном интервале, шт;

$n$  - общее количество деталей, шт.

9. Вычислить  $x_i$  и  $x_i^2$  и занести в таблицу 6.2.

$$x_i = L_i - L_{cp}.$$

10. Определить среднее квадратичное отклонение по формуле:

$$\sigma_{cp} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 m_i}{n}}.$$

11. По полученным точкам построить кривую нормального распределения, совмещая ее с кривой фактического распределения размеров. Для этого, на графике провести прямую, параллельную оси ординат через точку, соответствующую  $L_{cp}$ . Высота прямой определяется по формуле:

$$y_{\max} = 0,4 \frac{Cn}{\sigma}, \text{ (дет)}$$

Где  $C$  – цена интервала;

$n$  – общее число деталей в партии.

Вправо и влево от прямой  $L_{cp}$  откладываем точки перегиба  $x = \pm\sigma$ ;  $y = 0,6Y_{\max}$ , затем точки подхода кривой к оси абсцисс  $x = \pm\sigma$ ;  $y = 0$ . Полученные точки соединяем плавной кривой.

12. Определить поле допуска на обрабатываемую поверхность (поле задается преподавателем или выбирается из чертежа детали).

13. На полученный график с сохранением масштаба нанести заданное поле допуска и определить наименьший допустимый размер  $x_{\min}$  и наибольший допустимый размер  $x_{\max}$ .

14. Определить точность техпроцесса механообработки по формуле:

$$\mu = \frac{6\sigma}{\delta},$$

где  $\delta$  - поле допуска на размер.

Если  $\mu=1$  – точность техпроцесса удовлетворительная, при  $\mu < 1$  – точность техпроцесса соответствует требованиям, при  $\mu > 1$  – точность техпроцесса неприемлема.

15. Определить коэффициент точности настройки станка по формулам:

$$l_{\phi} = \frac{L_{cp} - x_{cp}}{\delta},$$

где  $l_{\phi}$  - фактический коэффициент точности настройки станка;  
 $x_{cp}$  - средний размер, соответствующий середине поля допуска.

$$x_{cp} = \frac{x_{max} + x_{min}}{2};$$

$$l_{\delta} = \frac{1 - \mu}{2},$$

где  $l_{\delta}$  - допустимый коэффициент точности настройки станка.

Если  $l_{\phi} \leq l_{\delta}$ , то настройка удовлетворительная, если  $l_{\phi} > l_{\delta}$ , то настройка неудовлетворительная и возможен брак обработки.

16. Определить вероятный процент брака обработки по формуле:

$$q = [0,5 - \Phi(z)] \cdot 100,$$

где  $\Phi(z)$  – функция Лапласа, определяется по значению величины  $z$  из таблицы значений интервала вероятности (табл.9.3)

$$z = \frac{0,5\delta + E}{\sigma},$$

где  $E = L_{cp} - x_{cp}$  - величина смещения центра настройки.

Таблица 9.3

Значение интервала вероятности

$z$	$\Phi(z)$	$z$	$\Phi(z)$	$z$	$\Phi(z)$
0,0	0,0000	1,02	0,3849	2,4	0,4918
0,1	0,0389	1,3	0,4032	2,5	0,4938
0,2	0,0792	1,4	0,4193	2,6	0,4954
0,3	0,1179	1,5	0,4332	2,7	0,4966
0,4	0,1554	1,6	0,4452	2,8	0,4975
0,5	0,1915	1,7	0,4554	2,9	0,4982
0,6	0,2258	1,8	0,4641	3,0	0,4986
0,7	0,2581	1,9	0,4713	3,1	0,49868
0,8	0,2882	2,0	0,4773	3,2	0,49931
0,9	0,3159	2,1	0,4822	3,3	0,49952
1,0	0,3414	2,2	0,4861	3,4	0,49962
1,1	0,3644	2,3	0,4893	3,5	0,49972

17. Определить допуск на настройку упругой технологической системы по формуле:

$$\Delta_H = 2l_o\delta$$

18. Оформить отчет и сделать выводы по работе.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
лабораторные работы**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Вопросы к экзамену:**

1. Изделие и его элементы.
2. Классификация баз в машиностроении.
3. Способы оценки шероховатости поверхности и их характеристика.
4. Технологический процесс и его структура.
5. Принцип совмещения баз. Принцип постоянства баз.
6. Каким образом производят отработку конструкции изделия на технологичность.
7. Погрешности закрепления заготовки при ее установке для механообработки на станках.
8. В чем заключается правило шести точек в машиностроении.
9. Что называют нормой времени? Методы установления норм времени.
10. Что такое жесткость системы СПИЗ и какое влияние она оказывает на точность обработки?
11. Что называется базированием? Какие виды баз установлены стандартом?
12. Принцип технологичности конструкции. Виды технологичности и их характеристика.
13. Погрешности, возникающие от воздействия сил резания. Их влияние на точность механообработки.
14. Какие элементы технологических операций определены по стандарту?
15. Какие существуют методы расчета точности технологических процессов? Кривая нормального распределения случайных погрешностей (Закон Гаусса).
16. Что называют базированием? Схемы базирования.
17. Сущность расчетно-аналитического метода определения припуска на обработку.
18. Методы обеспечения точности детали заданной чертежом.



19. Каковы основные показатели оценки общей технологичности конструкции изделий.
20. Какие методы используют для определения технически обоснованной нормы времени?
21. Примеры конструкций деталей и технологические требования к ним.
22. Базирование призматической заготовки в приспособлении.
23. Из каких элементов состоит штучное время для неавтоматизированного производства при его техническом нормировании?
24. Температурные погрешности и их влияние на точность механической обработки.
25. Какие типы производства различают в машиностроении и их технологическая характеристика.
26. Погрешности от размерного износа режущего инструмента и их влияние на точность механической обработки.
27. Как определяют штучное время и штучно-калькуляционное время при технологическом нормировании?
28. Погрешности геометрической формы заготовки от действия сил резания.
29. Что называется припуском на обработку? Какие методы используются для определения припуска?
30. Базирование цилиндрической заготовки (валика) в приспособлении.
31. Требование к технологичности конструкции деталей и сборочных единиц.
32. Базирование цилиндрической заготовки (диска) в приспособлении.
33. В чем проявляется влияние качества поверхностей деталей на их эксплуатационные свойства.
34. Базирование втулки на оправке.
35. Что называют изделием и какие виды изделий установлены стандартом?
36. Погрешности от деформации упругой технологической системы.
37. Базирование тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне.
38. Закон нормального распределения при расчете точности технологических процессов механообработки.
39. Базирование корпусной детали на плоскости и два отверстия.
40. Какое влияние на точность механической обработки оказывают погрешности, возникающие от внутренних напряжений в материале детали?
41. Что понимают под точностью механической обработки деталей? В каком общем виде можно представить погрешности обработки?
42. Базирование и базы в технологии машиностроения. Правило шести точек.
43. Влияние качества поверхности после механообработки деталей на их эксплуатационные свойства.
44. Требования к технологичности конструкции деталей и сборочных единиц.

45. Погрешности установки заготовки при механической обработке (погрешности базирования; погрешности закрепления; погрешности приспособления).

46. Показатели технологичности конструкции изделия.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

#### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

