



---

---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

---

---

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**по выполнению лабораторных работ**  
по учебной дисциплине  
**ОП.08. Технология отрасли**

Специальность:	<b>15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник-механик
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	3 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование
Год приема на обучение на 1-й курс:	2019

Брянск 2019

**ЭУМ И-типа «Точность механической обработки. Качество поверхностей деталей машин»**

**Описание модуля:** Модуль предназначен для ознакомления с основными понятиями и определениями, связанными с вопросами точности обработки и качества поверхностей деталей машин.

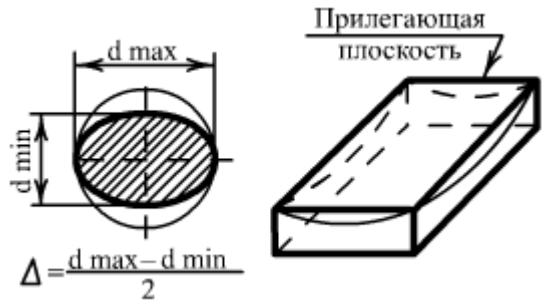
**Ключевые слова:** точность; погрешность; допуск; жесткость; шероховатость.

## Содержание:

1. Общие понятия о точности механической обработки.
2. Факторы, определяющие точность обработки заготовок.
3. Точность станков, инструмента и приспособлений.
4. Жесткость технологической системы.
5. Влияние на точность обработки температуры.
6. Размерный анализ.
7. Основные понятия о качестве поверхностного слоя деталей машин.
8. Параметры оценки шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73.
9. Методы оценки шероховатости поверхности.
10. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей.

**Автор:** Тарусова Ирина Андреевна

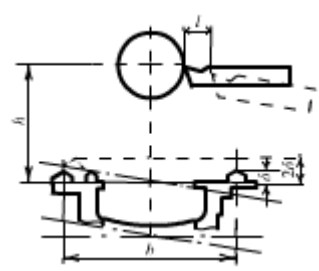
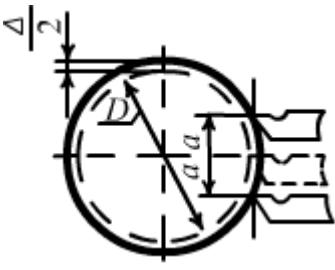
<b>Часть №1</b>	Общие понятия о точности механической обработки
Визуальный ряд <i>(текст)</i>	<p align="center"><b>Общие понятия о точности механической обработки</b></p> <p>Под <b>точностью механической обработки</b> понимают степень соответствия изготавливаемого изделия требованиям чертежа по размерам и техническим условиям. Отклонения параметров реальных поверхностей детали от заданных чертежом, характеризуют значение <b>погрешности</b>.</p> <p>В понятие «<b>точность</b>» входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>точность размеров</b>, регламентированная <u>допусками</u>, проставляемыми на рабочем чертеже детали (см. рис.1);</li> <li>- <b>точность формы</b> (<u>вогнутость</u>, <u>овальность</u> и др.) (см. рис.2);</li> <li>- <b>точность взаимного расположения поверхностей</b> (параллельность, перпендикулярность и др.);</li> <li>- <b>качество поверхностного слоя</b>, определяемое размерной характеристикой микронеровностей (шероховатости) поверхности.</li> </ul>
Визуальный ряд <i>(графика)</i>	<p>рисунки с возможностью увеличения и копирования рис.1</p> <p>The figure shows two technical drawings of a mechanical component. The left drawing is a longitudinal section labeled 'A' at the top and 'B' at the bottom. It includes numerous dimension lines with values such as 45, 32, 2.5, 9, 60±0.08, 18±0.04, 37.5, 38±0.07, 60±0.05, 18±0.04, 38±0.07, 60±0.05, 18±0.04, 38±0.07, 60±0.05, 18±0.04, 38±0.07, 60±0.05. Surface finish symbols are present, including √Ra5, √Ra2.5, √Ra10, √Ra0.63, and √Ra0.5. The right drawing is a circular cross-section labeled 'A-A' at the top. It shows a diameter of 18N9 and a surface finish symbol √Ra2.5. Below it, another circular view shows a diameter of 53-0.03 and a surface finish symbol √Ra10.</p>

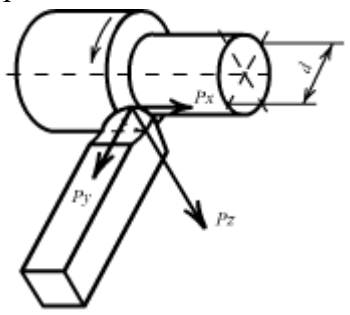
	<p>Рис. 2</p> 
Аудио ряд (текст начитки)	<p>В понятие «<b>точность</b>» входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>точность размеров</b>, регламентированная допусками, проставляемыми на рабочем чертеже детали (Рис.1);</li> <li>- <b>точность формы</b> (вогнутость, овальность и др.)(Рис.2)</li> <li>- <b>точность взаимного расположения поверхностей</b> (параллельность, перпендикулярность и др.)</li> <li>- <b>качество поверхностного слоя</b>, определяемое размерной характеристикой микронеровностей (шероховатости) поверхности.</li> </ul>
Примечания Автора	<p><i>Гиперссылка</i></p> <p>ДОПУСК- это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или разность между верхним и нижним отклонением.</p> <p>ВОГНУТОСТЬ - частный вид отклонения от плоскостности.</p> <p>ОВАЛЬНОСТЬ - частный вид отклонения от круглости.</p>

<b>Часть №2</b>	Факторы, определяющие точность обработки заготовок
Визуальный ряд (текст)	<p>Факторы, определяющие точность обработки заготовок</p> <p>К факторам, определяющим точность обработки относятся: точность станков, инструмента и приспособлений; жесткость технологической системы станок-приспособление-инструмент-заготовка; температура звеньев технологической системы; износ инструмента; внутренние напряжения материала заготовки и др.</p>
Визуальный ряд (графика)	рисунок с возможностью увеличения и копирования

	<p>Схема упругой технологической системы</p>
Аудио ряд (текст начитки)	<p>Взаимосвязь указанных факторов и различная степень их влияния при разных методах обработки определяет точность механической обработки заготовок.</p> <p>Рассмотрим последовательно влияние перечисленных факторов на точность обработки изделий.</p>
Примечания Автора	

<b>Часть №3</b>	Точность станков, инструмента и приспособлений
Визуальный ряд (текст)	<p>Точность станков, инструмента и приспособлений</p> <p>В результате несоответствия действительных движений заготовки и инструмента движениям, предусмотренным кинематической схемой станка, возникает <b>погрешность обработки</b>.</p> <p>При автоматической подаче погрешность обработки не зависит от действий рабочего, а определяется свойствами станка, инструмента и обрабатываемых заготовок и характеризует тем самым <b>погрешность работы станка</b>.</p> <p>Стандарты на нормы точности станков определяют методы проверки точности. Однако эти нормативы относятся к погрешностям станка, поэтому для определения погрешностей заготовок и деталей, являющихся следствием погрешностей станка, необходимо производить пересчеты. Так, «извернутость» направляющих станин приводит к смещению суппорта и соответствующему смещению резца в горизонтальном направлении (рис.а). Обозначая размер извернутости станины через <math>\delta</math>, а вызванное ею смещение резца через <math>l</math>, получаем</p> $l = \delta h / b,$ <p>где <math>h</math>-высота центров; <math>b</math>- расстояние между осями направляющих станины.</p> <p>При смещении резца на размер «а» вверх-вниз относительно оси станка (рис.б) диаметр <math>D</math> заготовки увеличивается на размер</p> $\Delta = 2a^2 / D$
Визуальный ряд (графика)	рисунки с возможностью увеличения/копирования

	<p>Рис. а</p>  <p>Рис. б</p> 
Аудио ряд (текст начитки)	См. текст.
Примечания Автора	

<b>Часть №4</b>	Жесткость технологической системы
Визуальный ряд (текст)	<p>Жесткость технологической системы</p> <p>На точность обработки влияют преимущественно те деформации системы, которые изменяют расстояние между режущей кромкой инструмента и обрабатываемой поверхностью, т.е. деформации, направленные нормально к обрабатываемой поверхности.( рис. а)</p> <p>Способность системы противостоять действию сил, вызывающей деформации, характеризует ее жесткость.</p> <p><b>Жесткостью</b> технологической системы <math>j</math> называют отношение радиальной силы резания <math>P_y</math>, направленной перпендикулярно обрабатываемой поверхности, к смещению <math>y</math> режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности заготовки в том же направлении:</p> $j = P_y / y$
Визуальный ряд (графика)	<p>рисунок с возможностью увеличения/копирования</p> <p>рис. а</p> 
Аудио ряд	Следует иметь в виду, что сила резания $P_z$ (тангенциальная), а в ряде случаев и $P_x$ (осевая) также влияют на жесткость упругой

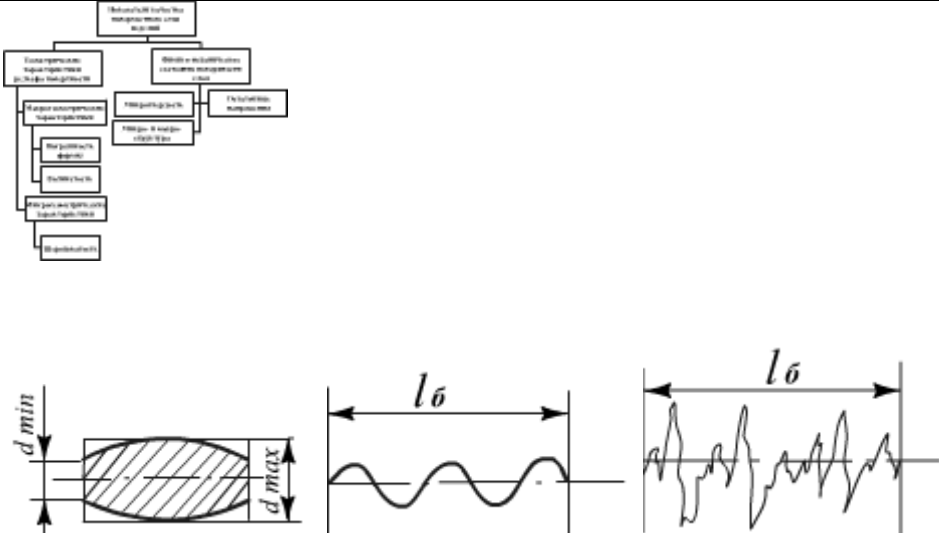
(текст начитки)	<p>системы.</p> <p>На рис.а приведена схема сил, действующих в звеньях упругой технологической системы. Если бы под действием этих сил система не деформировалась, то заготовка после обработки имела бы форму цилиндра диаметром <math>d</math>. Однако под действием сил <math>P_z</math>, <math>P_y</math>, <math>P_x</math> упругая система подвергается деформации, в результате чего диаметр заготовки после обработки будет отличным от заданного на размер <math>\Delta d</math> (где <math>\Delta d</math> характеризует погрешность заданного размера <math>d</math>).</p>
Примечания Автора	

<b>Часть №5</b>	Влияние на точность обработки температуры
Визуальный ряд (текст)	<p>Влияние на точность обработки температуры</p> <p>В процессе резания звенья технологической системы нагреваются, что приводит к возникновению <b>температурных погрешностей</b>. Так, вследствие нагрева инструмента удлиняется его режущая часть. Вершина лезвия нагревается значительно быстрее, чем остальная часть резца, поэтому температура в разных точках резца различна, что приводит к температурным деформациям.</p>
Визуальный ряд (графика)	<p>рисунки с возможностью увеличения/копирования</p>
Аудио ряд (текст начитки)	<p>При работе станка возникает теплота из-за трения в узлах, вследствие чего частично нагреваются детали станка, прилегающие к местам выделения теплоты. Ввиду больших масс частей станка происходят медленные температурные деформации (рис. а). Примерно после 15 минут работы станка его температурный режим будет сбалансирован и значительного влияния на точность обработки уже не окажет. Условия обработки оказывают существенное влияние на интенсивность тепловых изменений, возникающих в заготовках. (рис.б). Наибольшие температурные деформации возникают при обработке с большими припусками тонкостенных заготовок. Температурные деформации звеньев технологической системы зависят от длительности непрерывной работы станка и периодичности включений, причем при изменении режима температурные деформации быстро возрастают, а затем растут медленно, до наступления температурного равновесия. В дальнейшем температурные деформации остаются неизменными (рис.в).</p>
Примечания Автора	

<b>Часть №6</b>	Размерный анализ
Визуальный ряд	Размерный анализ

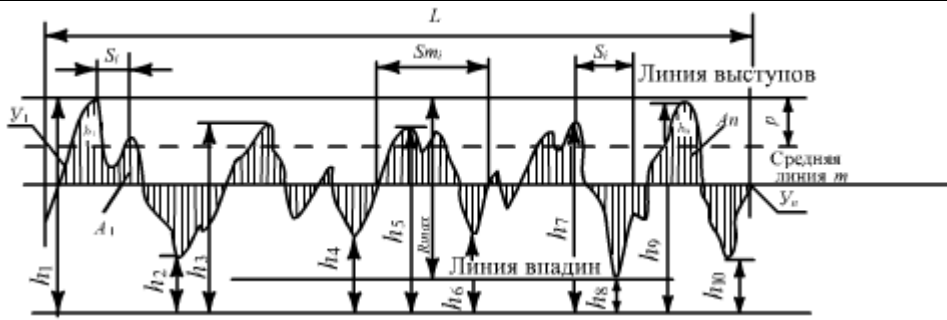
<p>(текст)</p>	<p>В большинстве случаев отдельные размеры, отнесенные к одной или группе деталей, находятся во взаимосвязи друг с другом;</p> <p><b>Размерной цепью</b> называется совокупность размеров (звеньев), образующих замкнутый контур и отнесенных к одной детали или группе деталей. <b>Звеном</b> размерной цепи называется один из размеров, образующих размерную цепь.</p> <p>Различают следующие виды размерных цепей:</p> <p>(рис. а) - с линейными размерами и параллельными звеньями;</p> <p>(рис. б) - с линейными размерами и непараллельными звеньями;</p> <p>(рис. в) - с угловыми размерами;</p> <p>- пространственные.</p>
<p>Визуальный ряд (графика)</p>	<p>рисунки с возможностью увеличения/копирования</p> 
<p>Аудио ряд (текст начитки)</p>	<p>Все звенья рабочей цепи подразделяются на две группы: составляющие звенья и замыкающее звено. <b>Замыкающим звеном</b> называют звено, получаемое в процессе изготовления и измерения последним. <b>Составляющим звеном</b> называют звено, изменение которого вызывает изменение исходного или замыкающего звена. Составляющие звенья размерной цепи подразделяют на две группы: увеличивающие и уменьшающие. <b>Увеличивающим</b> называют такое звено, которое при своем увеличении увеличивает размер исходного или замыкающего звена. <b>Уменьшающее</b> звено при своем увеличении уменьшает размер исходного или замыкающего звена.</p>
<p>Примечания Автора</p>	


<b>Часть №7</b>	Основные понятия о качестве поверхностного слоя деталей машин
Визуальный ряд (текст)	<p>Основные понятия о качестве поверхностного слоя деталей машин</p> <p>В процессе работы деталей в наиболее тяжелых условиях находится их поверхностный слой, который подвергается воздействию различных нагрузок. От качества поверхностного слоя рабочих поверхностей деталей во многом зависят качественные показатели изделия в целом. На рис. а, б, в представлена форма макроотклонения (погрешности формы), волнистости, шероховатости соответственно.</p>
Визуальный ряд (графика)	Схема показателей качества поверхностного слоя изделий.

	
Аудио ряд (текст начитки)	<p><b>Макроотклонение (погрешность формы)</b>-единое отклонение от правильной геометрической формы (бочкообразность и др.).- рис а.</p> <p><b>Волнистость</b>- совокупность периодически чередующихся возвышений и впадин на длине обрабатываемой поверхности. - рис.б.</p> <p><b>Микроотклонения (шероховатость)</b>- совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих рельеф поверхности детали (заготовки) и выделенную на определенной( базовой) длине-рис.в.</p>
Примечания Автора	

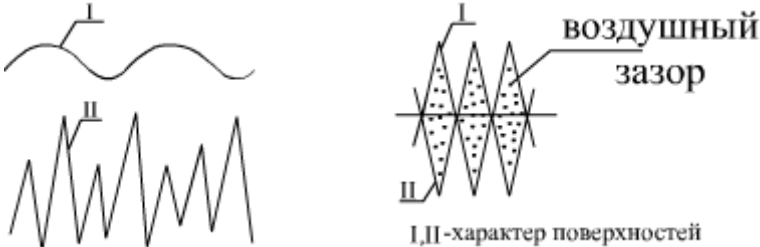
<b>Часть №8</b>	Параметры оценки шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73
Визуальный ряд (текст)	<p>Параметры оценки шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73</p> <p>Неровности поверхности нормируются геометрическими параметрами. ГОСТ2789-73 устанавливает следующие параметры шероховатости:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- три вертикальных параметра:</li> <li><b>Ra</b> - среднее арифметическое отклонение профиля; (<math>Ra=400 \dots 0,008 \text{ мкм}</math>);</li> <li><b>Rz</b> - высота неровностей профиля по десяти точкам;(<math>Rz=1600 \dots 0,025 \text{ мкм}</math>);</li> <li><b>Rmax</b>- наибольшая высота профиля;(<math>Rmax=0,025 \dots 1600 \text{ мкм}</math>);</li> <li>- два горизонтальных параметра:</li> <li><b>S</b>- средний шаг местных выступов профиля;(<math>S=0,002 \dots 12,5 \text{ мм}</math>);</li> <li><b>Sm</b>- средний шаг неровностей профиля;(<math>Sm=0,002 \dots 12,5 \text{ мм}</math>);</li> <li>- один комплексный параметр:</li> <li><b>tr</b>- относительная опорная длина профиля.(10...90%), где p - числовое значение уровня сечения профиля.</li> </ul>
Визуальный ряд (графика)	Схема профиля шероховатости. (рис.1)



	
<p>Аудио ряд (текст начитки)</p>	<p><b>Среднее арифметическое отклонение профиля <math>R_a</math></b> есть среднее значение расстояний (<math>Y_1, Y_2, \dots, Y_n</math>) точек профиля до его средней линии. (рис.1)</p> <p><b>Высота неровностей профиля по десяти точкам <math>R_z</math></b> характеризует среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней линии. (рис.1)</p> <p><b>Наибольшая высота профиля <math>R_{max}</math></b> - расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины. (рис.1).</p>
<p>Примечания Автора</p>	
<p><b>Часть №9</b></p>	<p>Методы оценки шероховатости поверхности</p>
<p>Визуальный ряд (текст)</p>	<p>Методы оценки шероховатости поверхности</p> <p>Шероховатость поверхности оценивают двумя основными методами: количественным и качественным.</p> <p><b>Количественный метод</b> заключается в измерении микронеровностей поверхности с помощью приборов: профилографа К.М.Амона, профилографа Б.М.Левина, профилометра В.М.Киселева, двойного микроскопа и микроинтерферометра В.П.Линника и др.</p> <p><b>Качественный метод</b> основан на визуальном сопоставлении обработанной поверхности с эталоном (образцом) поверхности невооруженным глазом или под микроскопом, а также по ощущениям при ощупывании рукой (пальцем, ладонью, ногтем). Эталоны, применяемые для оценки шероховатости поверхности визуальным способом, должны быть изготовлены из тех же материалов, с такой же формой поверхности и тем же методом, что и деталь.</p>
<p>Визуальный ряд (графика)</p>	<p>Рис.1- Схема профилографа Б.М.Левина.</p>  <p>Рис.2- Схема профилометра конструкции В.М.Киселева.</p>

	 <p>Рис.3- Схема двойного микроскопа В.П.Линника. с возможностью копирования/увеличения</p>
Аудио ряд (текст начитки)	См.текст.
Примечания Автора	

<b>Часть №10</b>	Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей
Визуальный ряд (текст)	<p>Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей</p> <p>Шероховатость обработанной поверхности оказывает существенное влияние на эксплуатационные свойства деталей машин, к которым относят <b>коррозионную стойкость, герметичность, контактную жесткость, усталостную прочность, износостойкость</b> и др. Рассмотрим влияние параметра шероховатости на некоторые из них. Подробнее...</p> <p><b>Коррозионная стойкость-</b> способность поверхностных слоев деталей машин сопротивляться их разрушению под действием окружающей среды. Чем глубже впадины микронеровностей и чем резче они очерчены, тем больше проявляется разрушающее действие коррозии, направленное вглубь металла.</p> <p>(Рис.а). Следовательно, с увеличением параметра шероховатости поверхности коррозионная стойкость - снижается.</p> <p><b>Герметичность соединений-</b> способность поверхностных слоев, а значит и соединений к удержанию жидкости или газа, стремящихся проникнуть через данное соединение.</p> <p>Герметичность определяется объемом приведенного воздушного зазора в соединении( Рис.б), с увеличением которого герметичность снижается. Вследствие этого с увеличением параметра шероховатости герметичность уменьшается.</p>
Визуальный ряд (графика)	рисунки с возможностью увеличения/копирования

	 <p>The diagram consists of two parts. On the left, two waveforms are shown: waveform I is a smooth, low-frequency sine wave, and waveform II is a high-frequency, sharp sawtooth wave. On the right, a cross-sectional diagram of a material with three layers is shown. The top and bottom layers are labeled I and II respectively. The middle layer is filled with dots and labeled 'воздушный зазор' (air gap). A horizontal line with an 'X' at its ends passes through the middle layer. Below this diagram is the text 'I,II-характер поверхностей' (I,II-character of surfaces).</p>
Аудио ряд (текст начитки)	См.текст.
Примечания Автора	