



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротяев  
« 06 » 2017г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Технология и оборудование механической и физико-технической обработки  
материалов»**

<b>Направление подготовки</b>	15.06.01 Машиностроение
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Технология и оборудование механической и физико-технической обработки
<b>Научная специальность</b>	05.02.07. Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки
<b>Квалификация выпускника</b>	Исследователь. Преподаватель-исследователь
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Материалы, технологии и конструирование машин (МТиКМ)
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2,3</b>	<b>Семестр (ы): 4,5</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки материалов» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение»;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.02.07. «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки», разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.02.07. «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки».

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МТиКМ  
Протокол от «17» мая 2017г. № 11.

Зав. кафедрой д-р. техн. наук., проф.  
(учёная степень, звание)



(подпись)

Ханов А.М.  
(Фамилия И.О.)


Разработчик программы К.В.Н  
(учёная степень, звание)



(подпись)

Александр П.Р.  
(Фамилия И.О.)

Руководитель программы д-р. техн. наук., проф.  
(учёная степень, звание)



(подпись)

Ханов А.М.  
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК



(подпись)

Л.А. Свисткова

## 1. Общие положения

1.1 **Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области процессов механической и физико-технической обработки материалов, процессов изнашивания инструментов при различных видах механической и физико-технической обработки материалов, изучения динамики и теплофизики процесса механической и физико-технической обработки материалов.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- способностью научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);
- способность разрабатывать новые технологические процессы механической и физико-технической обработки заготовок (ПК-1);

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

#### • **формирование знаний**

- изучение основных закономерностей теории резания и физических явлений, сопровождающих процесс механической и физико-технической обработки материалов;
- изучение влияния технологических условий резания на формирование качества поверхностного слоя и эксплуатационные характеристики изготавливаемых деталей машин;

#### • **формирование умений**

- формирование умения по назначению технологических параметров с целью оптимизации процесса механической и физико-технической обработки материалов;
- формирование умения подбирать и конструировать режущий инструмент, обеспечивающий заданную точность механической и физико-технической обработки материалов;

#### • **формирование навыков**

- формирование навыков обработки материалов на металлообрабатывающем оборудовании с применением современных систем ЧПУ.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- конструктивные элементы и геометрические параметры инструментов для механической и физико-технической обработки материалов;
- классификация и свойства инструментальных материалов;
- основные понятия о современном технологическом оборудовании;
- кинематика и динамика процесса механической и физико-технической обработки материалов;
- износ и стойкость режущих инструментов;
- качество поверхностного слоя обработанных заготовок;
- рациональные режимы резания;
- оптимальные режимы резания.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки материалов» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.02.07. «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

### Знать:

- теоретические закономерности съема материала в процессе механической и физико-технической обработки материалов;
- теоретические закономерности износа режущего инструмента в процессе механической и физико-технической обработки материалов;
- сущность силового и теплового взаимодействия инструмента и обрабатываемой заготовки;
- методику выбора рационального режима резания.

### Уметь:

- назначать рациональные режимы резания для процессов механической и физико-технической обработки материалов;
- конструировать режущий инструмент для операций механической и физико-технической обработки материалов.

### Владеть:

- навыками управления процессом резания на станках с ЧПУ путем изменения геометрии инструмента и параметров режима резания;
- навыками анализа процесса резания в ходе обработки на станках с ЧПУ.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

<b>Код ОПК-1</b>	<b>Формулировка компетенции</b> способностью научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства
----------------------	---

<b>Код ОПК-1 Б1.В.01</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способностью научно-обоснованно оценивать новые решения в области проектирования и моделирования процессов и оборудования механической и физико-технической обработки материалов.
----------------------------------	---

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические закономерности съема материала в процессе механической и физико-технической обработки материалов;</li> <li>- теоретические закономерности износа режущего инструмента в процессе механической и физико-технической обработки материалов;</li> </ul>	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>

<b>Уметь:</b> - конструировать режущий инструмент для операций механической и физико-технической обработки материалов.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> - навыками анализа процесса резания в ходе обработки на станках с ЧПУ.	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

## 2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

<b>Код ПК-1</b>	<b>Формулировка компетенции</b> способность разрабатывать новые технологические процессы механической и физико-технической обработки заготовок
-----------------	---

<b>Код ПК-1</b> Б1.В.01	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способность разрабатывать, внедрять и модернизировать новые технологические процессы механической и физико-технической обработки заготовок
----------------------------	--

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> - сущность силового и теплового взаимодействия инструмента и обрабатываемой заготовки; - методику выбора рационального режима резания.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> - назначать рациональные режимы резания для процессов механической и физико-технической обработки материалов;	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> - навыками управления процессом резания на станках с ЧПУ путем изменения геометрии инструмента и параметров режима резания;	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

## 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	-

	Самостоятельная работа (СР)	66	30
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	36
	Форма итогового контроля:	Зачет	Кандидатский экзамен

#### 4. Содержание учебной дисциплины

##### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа		КСР	Итоговый контроль	Самостоятельная работа			
		всего	Л						
1	1	0,5	0,5				8	8,5	
	2	0,5	0,5				8	8,5	
	3	0,5	0,5				8	8,5	
	4	0,5	0,5				8	8,5	
<b>Всего по разделу:</b>		<b>2</b>	<b>2</b>				<b>32</b>	<b>34</b>	
2	5	0,5	0,5				2	2,5	
	6	0,5	0,5				2	2,5	
	7	0,5	0,5				6	6,5	
	8	0,5	0,5				6	6,5	
	9	0,5	0,5				6	6,5	
	10	0,5	0,5				6	6,5	
	11			1			6	7	
<b>Всего по разделу:</b>		<b>3</b>	<b>3</b>				<b>34</b>	<b>38</b>	
3	12						5	5	
	13						5	5	
	14			1			5	6	
	15			1			5	6	
	16						3	3	
	17			3	1		7	11	
<b>Всего по разделу:</b>				<b>6</b>	<b>1</b>		<b>30</b>	<b>37</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>						<b>36</b>		<b>36</b>	
<b>Итого:</b>		<b>11</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>96</b>	<b>144/4</b>	

#### 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

##### 4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Кинематика процесса механической и физико-технической обработки материалов

(Л – 2 , СР – 32 )

Тема 1. Кинематика процесса механической и физико-технической обработки материалов.

Понятие физико-химической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов, в том числе механических, тепловых, электрических и химических в технологических средах и их комбинациях. Физико-химический механизм обработки как средство снятия с заготовки слоя материала в виде стружки (механическая обработка), продуктов анодного растворения (электромеханическая обработка), электроэрозионного разрушения (электроэрозионная обработка), а также плавление и испарение металла (лазерная и электронно-лучевая обработка) и другие воздействия. Поверхность резания, обрабатываемая и обработанная поверхность. Кинематические схемы резания при электроэрозионной обработке, точении, фрезеровании, сверлении.

## **Тема 2. Инструментальное и технологическое оборудование для механической и физико-технической обработки материалов.**

Классификация технологического оборудования для механической и физико-технической обработки материалов. Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки. Классификация режущих пластин. Конструкция токарного резца со сменными пластинами, элементы лезвия. Координатные плоскости в статической системе координат. Углы токарного резца в статической системе координат. Влияние установки резца на величины углов. Требования к материалу электродов-инструментов. Автоматизация электроэрозионных копировально-прошивочных и проволочно-вырезных станков.

## **Тема 3. Классификация видов обработки резанием и режимы резания.**

Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажу и каталоги металлорежущих станков. Особенности конструкций станков основных групп. Методика формирования цены на станки с учетом их качества. Международная стандартизация и сертификация станков и их комплектующих. Конкурентоспособность металлорежущих станков. Оптимизация режима резания, ее методы и критерии. Физические и экономические требования к оптимизации. Рациональные режимы резания.

## **Тема 4. Деформации и напряжения при резании и процессы стружкообразования.**

Энергетический баланс обработки. Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании. Средства снижения теплообразования при резании. Методы и задачи изучения физических явлений при резании. Колебания при резании, их виды и принципы возникновения. Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Деформации в процессе резания. Методы оценки пластической деформации. Типы стружек. Деформированное состояние зоны стружкообразования.

## **Раздел 2. Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов.**

(Л – 3 , СР – 34 )

### **Тема 5. Технология механической обработки**

Методы исследования процесса удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке. Формирование показателей качества обработанной поверхности при механической обработке. Современные решения в области конструирования режущего инструмента для процесса механической обработки.

### **Тема 6. Технология электроэрозионной обработки.**

Методы исследования процесса удаления части начального объема материала заготовки при воздействии единичного импульсного разряда. Формирование показателей качества обработанной поверхности при электроэрозионной обработке. Корковые электроды-инструменты.

### **Тема 7. Технология лазерной обработки.**

Технология и физико-химические процессы плавления материала под воздействием концентрированного источника энергии. Формирование показателей качества обработанной поверхности при лазерной обработке. Энергетические характеристики современного оборудования для лазерной обработки.

#### **Тема 8. Технология финишной обработки.**

Кинематические схемы финишной обработки. Влияние свойств абразива на качество обработанной поверхности. Методика назначения режимов при финишной обработке.

#### **Тема 9. Технология электрохимической обработки.**

Кинематические элементы и характеристики резания при электрохимической обработке материалов. Принципы моделирования процесса электрохимической обработки.

#### **Тема 10. Проектирование станочных систем.**

Маркетинг с целью определения конкурентоспособности создаваемого станка по комплексу технико-экономических показателей. Основные критерии работоспособности станков, производительность, начальная и с учетом температурных деформаций прочность, жесткость, износостойкость, устойчивость. Надежность станков. Надежность параметрическая и функциональная. Резервирование.

#### **Тема 11. Разработка технологического процесса механической и физико-технической обработки материалов.**

Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструмента, режимы резания, области применения. Системы ЧПУ современного оборудования физико-технической обработки материалов. Разработка технологического процесса механической и физико-технической обработки материалов. Управление процессом резания на станках с ЧПУ. Анализ процесса резания в ходе обработки на станках с ЧПУ.

### **4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)**

#### **Раздел 3. Автоматизация процесса обработки на станках с ЧПУ**

(ПЗ – 6 , СР – 30)

##### **Тема 12. Автоматизация станков.**

Классификация автоматизированных станков и станочных систем по различным признакам. Основные понятия теории автоматического управления. Линейные элементы автоматических систем и их характеристики. Типовые нелинейности автоматических систем, их влияние на устойчивость системы и методы линеаризации.

##### **Тема 13. Программное управление станками.**

Классификация систем программного управления. Системы: контурные, позиционные, прямоугольные, универсальные. Системы управления многооперационными станками. Структура систем программного управления основных классов. Понятие об основных узлах устройств ЧПУ (интерполяторы, устройства управления приводом и др.). Области применения станков с программным управлением. Системы группового числового управления станками. Датчики перемещения в станках с ЧПУ.

##### **Тема 14. Автоматические станочные системы.**

Автоматизация процесса резания. Адаптивные системы. Приборы контроля точности изготовления деталей на станке и подналадка станка.

##### **Тема 15. Программирование электроэрозионных станков.**

Коррекция на межэлектродный зазор. Базирование электродов-инструментов. Система автоматизированного проектирования Elcam.

##### **Тема 16. Эксплуатация станков и станочных систем.**

Диагностика станков, инструментов и механизмов смены и загрузки инструмента. Особенности эксплуатации станочных автоматических линий. Особенности эксплуатации станков с ЧПУ.



### Тема 17. Контроль качества обработанной поверхности.

Применение координатно-измерительных машин. Разработка плана контроля. Оптические системы контроля. Профилометры и профилографы.

#### 4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	11	Разработка технологического процесса механической и физико-технической обработки деталей.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	14	Автоматизации изготовления деталей на базе станков с ЧПУ.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	15	Разработка управляющей программы изготовления деталей в системе Elcam.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	17	Разработка плана контроля на КИМ.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

#### 4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Поверхность резания, обрабатываемая и обработанная поверхность.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Сравнительные характеристики методов физико-технической	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

		обработки.		
3	3	Методика формирования цены на станки с учетом их качества.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Средства снижения теплообразования при резании.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Формирование показателей качества обработанной поверхности при механической обработке.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Корковые электроды-инструменты.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Энергетические характеристики современного оборудования для лазерной обработки.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	8	Кинематические схемы финишной обработки.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	Кинематические схемы электрохимической обработки материалов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
10	10	Надежность станков.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
11	11	Системы ЧПУ современного оборудования физико-технической обработки материалов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
12	12	Основные понятия теории автоматического управления.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
13	13	Структура систем программного управления металлообрабатывающих станков.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
14	14	Адаптивные станочные системы.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
15	15	Коррекция на межэлектродный зазор.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
16	16	Особенности эксплуатации станочных автоматических линий.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
17	17	Оптические системы контроля.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

## **5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины**

При изучении дисциплины «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки материалов» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

## **6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций**

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

## **7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки материалов» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

## 8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.01 <b>«Технология и оборудование механической и физико-технической обработки материалов»</b>	<b>БЛОК 1</b> <i>(цикл дисциплины/блок)</i>								
<i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 10px;">базовая часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">вариативная часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 10px;">по выбору аспиранта</td> </tr> </table>		базовая часть цикла	x	обязательная	x	вариативная часть цикла		по выбору аспиранта
	базовая часть цикла	x	обязательная						
x	вариативная часть цикла		по выбору аспиранта						

<b>15.06.01 /</b> <b>05.02.07</b>	Машиностроение / Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки
<i>код направления / шифр научной специальности</i>	<i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>

2017  
*(год утверждения учебного плана)*

Семестр(-ы): 4,5

Количество аспирантов: 2

*Механико-технологический факультет  
 Кафедра МТнКМ*

*тел. 8(342)219-84-48; detali@pstu.ru  
 (контактная информация)*

### 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Абляз Т.Р. Современные подходы к технологии электроэрозионной обработки материалов. Учебное пособие. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. – 121 с.	5 +20 кафедра
2	Учаев П.Н. Анализ, синтез и производство технических систем : учебник для вузов / Под ред. П. Н. Учаева .— Старый Оскол : ТНТ, 2014 .— 169 с.	2 +20 кафедра
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. Учебник. М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.	32

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	Инструмент для современных технологий. Справочник. М.: Изд.ИТО, 2005. – 248 с.	1
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	СТИН	
2	Металлообработка	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
не предусмотрены		
<b>2.4 Официальные издания</b>		
не предусмотрены		
<b>2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы</b>		
1	<b>Техэксперт.</b> 6.2014 [Электронный ресурс] : норматив.-техн. информ. / Консорциум «Кодекс». – Версия 6.3.2.22, сетевая. – Электрон. текст. дан. – Санкт-Петербург, 1991- . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ка Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.	
2	<b>Лань</b> [Электронный ресурс : электрон.-библиотечная система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / <a href="http://e.lanbook.com/">Изд-во «Лань»</a> . – Санкт- Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> . – Загл. с экрана.	

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

#### 8.3.1. Лицензионные ресурсы<sup>1</sup>

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библиотечная система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC.

<sup>1</sup> собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

– Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. [Электронная библиотека диссертаций РГБ](#) [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / [Электрон. б-ка дис.](#) – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

### 8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

### 8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Сайт Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) - <http://www.mchs.gov.ru/>

2. Русское общество управления рисками – [www.rrms.ru](http://www.rrms.ru)

### 8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Пер. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	КОМПАС-3D V10	К-08-1911	Проектирование технологического оборудования
2	Практическое	Office Professional 2013	62445253	Творческое задание

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра МТиКМ	211кА	60	10
2	Лаборатория	Кафедра МТиКМ	07	100	10

### 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда,	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное	Номер аудитории
--------	--	------------	---	-----------------

	<b>макета, плаката, лабораторное оборудование)</b>		<b>управление, аренда и т.п.)</b>	
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть) марки DELL	10	Оперативное управление	211кА

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев  
» 2017г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине  
«Технология и оборудование механической и физико-технической обработки  
материалов»**

Направление подготовки	15.06.01 Машиностроение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Технология и оборудование механической и физико-технической обработки
Научная специальность	05.02.07. Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Материалы, технологии и конструирование машин (МТиКМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки материалов» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение»;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.02.07. «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки», разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.02.07. «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки».

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МТиКМ  
Протокол от «17» мая 2017г. № 11.

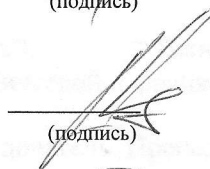
Зав. кафедрой д-р. техн. наук., проф.  
(учёная степень, звание)



(подпись)

Ханов А.М.  
(Фамилия И.О.)

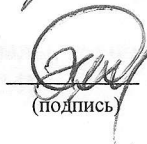
Разработчик К. техн. наук  
программы (учёная степень, звание)



(подпись)

Аблязир  
(Фамилия И.О.)

Руководитель д-р. техн. наук., проф.  
программы (учёная степень, звание)



(подпись)

Ханов А.М.  
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления  
подготовки кадров  
высшей квалификации



(подпись)

Л.А. Свисткова

## 1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

### 1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.01 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки материалов» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

- способностью научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);
- способность разрабатывать новые технологические процессы механической и физико-технической обработки заготовок (ПК-1);

### 1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 и 5 семестрах предусмотрены аудиторские лекционные занятия, практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине  
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1</b> Знать теоретические закономерности съема материала в процессе механической и физико-технической обработки материалов.	С	ТВ		
<b>3.2</b> Знать теоретические закономерности износа режущего инструмента в процессе механической и физико-технической обработки материалов.	С	ТВ		
<b>3.3</b> Знать сущность силового и теплового взаимодействия инструмента и обрабатываемой заготовки.	С	ТВ		
<b>3.4</b> Знать теоретические закономерности износа режущего инструмента в процессе механической и физико-технической обработки материалов.			С	ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> Уметь конструировать режущий инструмент для операций механической и физико-технической обработки материалов.	ОТЗ	ПЗ		
<b>У.2</b> Уметь назначать рациональные			ОТЗ	ПЗ

режимы резания для процессов механической и физико-технической обработки материалов.				
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> Владеть навыками анализа процесса резания в ходе обработки на станках с ЧПУ.	ОТЗ	ПЗ		
<b>В.2</b> Владеть навыками управления процессом резания на станках с ЧПУ путем изменения геометрии инструмента и параметров режима резания.			ОТЗ	ПЗ

*С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.*

*Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.*

*Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.**

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

### **2.1 Текущий контроль**

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

#### **• Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

<b>Уровень освоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоения учебного материала</b>
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному

	вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

## 2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

### Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **кандидатском экзамене**

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на</p>

Оценка	Критерии оценивания
	<p>дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

Таблица 7

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на кандидатском экзамене

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
2	Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно»

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

#### **4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

##### **4.1 Типовые творческие задания:**

1. Проектирование технологии проволочно-вырезной электроэрозионной обработки изготовления детали «\_\_\_\_\_».
2. Проектирование технологии копировально-прошивной электроэрозионной обработки изготовления детали «\_\_\_\_\_».
3. Назначение коррекции на величину межэлектродного зазора при проволочно-вырезной электроэрозионной обработке.
4. Проектирование технологии токарной обработки изготовления детали «\_\_\_\_\_».

##### **4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:**

1. Классификация станков по технологическому назначению.
2. Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки.
3. Показатели качества обработанной поверхности при электроэрозионной обработке.
4. Энергетические характеристики современного оборудования для лазерной обработки.

##### **4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:**

1. Рассчитать размер электрода-инструмента для копировально-прошивной обработки детали «\_\_\_\_\_».
2. Рассчитать силу резанья при точении детали «\_\_\_\_\_».
3. Рассчитать энергию импульса при электроэрозионной обработке.
4. Рассчитать скважность импульсов при электроэрозионной обработке.

##### **4.4 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:**

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки материалов» разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Понятие поверхность резания, обрабатываемая и обработанная поверхность.



2. Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки.
3. Средства снижения теплообразования при резании.
4. Формирование показателей качества обработанной поверхности при механической обработке.

4.5 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:

1. Разработка технологического процесса механической обработки деталей.
2. Разработка технологического процесса электроэрозионной обработки деталей.
3. Разработка плана контроля на КИМ.
4. Разработка управляющей программы изготовления деталей в системе Elcam.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «МТиКМ».

Приложение 1  
Пример типовой формы экзаменационного билета



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

**Направление**

15.06.01 Машиностроение

**Программа**

Технологии и оборудование механической и  
физико-технической обработки

**Кафедра**

Материалы, технологии и конструирование  
машин

**Дисциплина**

«Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки»

**БИЛЕТ № 1**

1. Понятие поверхность резания, обрабатываемая и обработанная поверхность.
2. Рассчитать силу резания при точении детали «Вал».
3. Проектирование технологии проволочно-вырезной электроэрозионной обработки изготовления детали «Кулачок».

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Фамилия И.О.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

Фамилия И.О.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.

### Лист регистрации изменений

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		